Trabajo Fin de Grado

Proyecto para la construcción de un polígono de combate en población

Autor

C.A.C. Amós De Juan Ojeda

Directores

Dra. Mónica Delgado Gracia
Capitán Daniel Martín Díaz

Centro Universitario de la Defensa
2020

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora académica, doña Mónica Delgado Gracia, por su gran dedicación con el trabajo.

Al capitán Daniel Martín Díaz, director militar de este trabajo, por su ayuda y disposición con el mismo.

Al Regimiento de Ingenieros Nº7, por haberme permitido el gran honor de formar parte de sus filas durante casi dos meses, que quedarán grabados en mi memoria.

A mi madre, por darme todo lo que tengo. Con tu mirada me basta para seguir adelante.

A mi padre, por despertar en mí la chispa de la aventura desde niño y haber sido el mayor ejemplo de sus hijos.

A mi novia y al resto de personas que siempre han estado ahí. Todo mi esfuerzo os lo dedico a vosotros.

RESUMEN

El proyecto surge de la necesidad de disponer de una zona urbana de instrucción en la Comandancia General de Ceuta. Unas instalaciones para realizar combate en población ampliarían enormemente las capacidades en materia de instrucción y adiestramiento de todas las unidades de la plaza ceutí.

Para llevar a cabo el trabajo se han realizado entrevistas a personal de la Comandancia General y se ha realizado un análisis del estado del arte para adquirir conocimiento sobre las necesidades y requisitos de construir un polígono de estas características.

Posteriormente, con el objetivo de suplir esta necesidad, se ha planificado el proyecto para la construcción de una urbe simulada análoga a las encontradas en las zonas de operaciones de la actualidad.

Como mayor problema abordado se encuentran las limitaciones propias de la Comandancia General para llevar a cabo el proyecto, del cual se encargaría el RING-7. Entendiendo dichas limitaciones como la falta de personal técnico colegiado con las competencias pertinentes para construir estructuras complejas, además de la falta de mano de obra. Para suplir estas carencias se elegirán materiales específicos que agilicen el trabajo, así como se implementarán únicamente estructuras dentro del rango de competencias.

ABSTRACT

The project arises from the need for an urban area of instruction in the General Command of Ceuta. An urban warfare facility would greatly expand the instruction and training capabilities of all units in Ceuta.

To carry out the work, interviews have been conducted with staff of the General Command and an analysis of the state of the art has been carried out to acquire knowledge about the needs and requirements of building such a polygon.

Subsequently, to meet this need, the project has been planned for the construction of a simulated city similar to those found in today's areas of operations.

As a major problem addressed are the limitations of the General Command to carry out the project, which would be carried out by the RING-7. Understanding these limitations as the lack of technical staff collegiate with the relevant competencies to build complex structures, in addition to the lack of labor. To fill these gaps, specific materials that streamline work will be chosen, as well as only structures within the range of competences will be implemented.

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes.

Actualmente en la ciudad autónoma de Ceuta, en el acuartelamiento "El Serrallo", hay en uso una zona para practicar el combate en población. Se trata de unos edificios construidos en 2015 por el Regimiento de Especialidades Nº 11 de Salamanca. Sin embargo dichas instalaciones son insuficientes para darle cobertura a todas las unidades de la ciudad, ni siquiera son suficientes para el propio Tercio Duque de Alba 2º de la Legión, que es quien dispone del complejo.

Este proyecto se desarrollará en el área donde se encuentran dichos edificios, ampliando en gran medida el número de estructuras y generando una urbe en la cual se puedan desarrollar ejercicios tácticos de envergadura.

1.2 Objeto y alcance del proyecto.

En este documento se presenta como principal objetivo el diseño de un polígono de combate en zona urbanizada capaz de suplir esta necesidad en materia de instrucción en lo relativo al combate urbano dentro de la Comandancia General de Ceuta. El alcance del proyecto abarca:

- Elaboración de los planos de la obra y diseño del polígono.
- Cálculos de las estructuras.
- Plan de Riesgos.
- Presupuesto.
- El estudio para la adecuación del terreno para la instalación de la obra.
- Planeamiento de la distribución de los trabajos a realizar.
- Desbroce, cajeado y preparación de las superficies para acopios de material.
- Replanteo y acotado de las edificaciones.
- Instalación de los túneles.
- Construcción de las losas de cimentación.
- Levantamiento de los muros.
- Instalación del techado.

2 ESTADO DEL ARTE

En los conflictos actuales y previsiblemente los que tengan lugar en el futuro, las zonas urbanas serán los principales escenarios donde se desarrollen los combates [1]. Ello implica que, para enfrentarse con garantías de éxito, los ejércitos deben adaptarse al nuevo entorno, tanto desde el punto de vista doctrinal como del tecnológico. La eficacia en la preparación para este tipo de combate se conseguirá mediante una instrucción y adiestramiento realista y continuado en polígonos específicos para combate urbano.

2.1 Estudio y comparativa con otros polígonos.

2.1.1 CMT. "General Morillo" (Pontevedra).

Se basa en un poblado de corte moderno con plaza y viales en el que se incluyen las siguientes estaciones de la pista de instrucción y adiestramiento para CZURB del antiguo **MI4-001** "Las Pequeñas Unidades en el Combate en Zonas Urbanizadas" (1996) recogidas en el **MI4-001 Ed. 2006**, las cuales constituyen el Polígono Abierto de Instrucción en CZURB del Plan de Instalaciones del MADOC [2]: (**Figura A.1**)

- Estación nº1: "paso de obstáculos y combate".
- Estación nº2: "edificio para técnicas de limpieza".
- Estación nº3: "avance por calles".
- Estación nº4: "limpieza de los edificios de una calle".

2.1.2 Brigada de la Legión "Rey Alfonso XIII" (Almería).

Estas instalaciones se basan en la simulación de un poblado en Afganistán, con la peculiaridad de que implementan el combate subterráneo. Se trata de un entramado de túneles de 800 metros de longitud pensado para satisfacer las necesidades tácticas del combate en subsuelos [3]. (**Figura A.2**)

2.1.3 "Casas Altas" CENAD de San Gregorio (Zaragoza).

Estas instalaciones albergan un poblado situado en el campo de maniobras "San Gregorio" que cuenta con unas 150 casas de una y de dos alturas. La urbe simula una situación táctica en el Líbano, con un entramado de calles que reproduce fielmente la realidad [4]. (**Figura A.3**)

2.1.4 "Baladia" Ciudad de combate en población (Israel).

En la base de Tze'elim se encuentra un ejemplo de la importancia que se le está dando hoy en día al combate en población. Los israelíes han construido una ciudad "falsa" para conseguir una inmersión total en el combate urbano. Dispone de varias mezquitas y de edificios de hasta cuatro plantas, así como de un entramado de túneles que conecta las construcciones [5]. (**Figura A.4**)

2.1.5 "Schnöggersburg" La ciudad de práctica de la Bundeswehr (Alemania).

Este proyecto está previsto que finalice en 2021, constará de más de 520 edificios separados entre cuatro distritos diferentes que incorporarán una zona industrial, un río artificial, varios puentes, un cementerio, una prisión, un estadio, un suburbio, grandes edificios de varias plantas simulando ser ayuntamientos y construcciones sagradas, un área forestal, una carretera de 16,5 km y unos railes de metro subterráneo con varias galerías bajo tierra [6]. (**Figura A.5**)

2.1.6 Consideraciones generales.

Las unidades españolas están dedicando mucho esfuerzo en modernizar sus zonas de instrucción como como se puede apreciar en los polígonos que se han mencionado, o en el reciente proyecto lanzado este mes de Agosto en la base de "El Empecinado", donde se pretende construir un nuevo poblado de combate en zona urbanizada en el campo de maniobras Renedo-Cabezón. Se puede concluir que el empleo de estas instalaciones a nivel nacional constituyen una prioridad para el Ejército. En el ámbito internacional encontramos proyectos como el "Schnöggersburg", que pertenece a la segunda mayor potencia militar Europea: Alemania. Se trata de uno de los mayores polígonos que habrá en Europa, esto implica que nos encontramos frente a unas capacidades que son imprescindibles y que están a la orden del día en la instrucción de las unidades a pie, mecanizadas y motorizadas.

Gran parte de esto es debido a las misiones, ya que tras el regreso del territorio de operaciones, dentro de las lecciones aprendidas, se han ido añadiendo nuevos requerimientos en materia de instrucción, donde es necesaria una actualización continuada de las TTPs [1], así

[1] Tácticas técnicas y procedimientos

como de los materiales de dotación y de las instalaciones de instrucción y adiestramiento. En las últimas misiones se ha destacado el uso continuado de los insurgentes de redes subterráneas que incluso pueden llegar a albergar considerables aglomeraciones de combatientes durante períodos prologados de tiempo. [7]

El empleo del combate en tres niveles[2] se ha convertido en una necesidad que estará muy presente en las futuras operaciones, como podemos comprobar con la creación de los nuevos manuales de combate subterráneo del ejército Americano [8].

A lo largo de la historia bélica del siglo XXI se repite el mismo escenario, ya sea en la guerras de Irak (2003-2011) , Libia (2014-actualidad), Siria (2011-actualidad) o Afganistán (2001-actualidad). Los insurgentes se ven obligados a buscar cobijo en redes subterráneas y búnkeres para burlar los fuegos de artillería y los ataques aéreos [9]. Esto da lugar a que la única forma de alcanzar al enemigo sea mediante las tropas de infantería e ingenieros, que han de adentrarse en la tierra para darles caza.

En la doctrina de las FAS se encuentra el manual de instrucción **MI-102** [10], cuyo embrión fueron los “Documentos sobre Combate en Cuevas” que publicó la Legión en 2015, siendo su “Poblado Afgano” (**Imagen 2**) el primero en implementar túneles en su campo de maniobras. Por lo tanto estamos frente a una doctrina relativamente nueva que todavía no consta de unas infraestructuras adecuadas para llevarla a la práctica en la mayoría de las unidades del ejército.

Como resultado del análisis del estado del arte se han detectado las siguientes necesidades para el proyecto:

- Que haya diversidad de escenarios dentro y fuera de las edificaciones.
- Que haya distancia entre las zonas de edificios para poder emplear los vehículos mecanizados actuales y futuros.
- Que disponga de distintas zonas para poder albergar el máximo número de unidades al mismo tiempo.

[2] Combate subterráneo, en superficie y en edificaciones

- Que represente de manera fiel las peculiaridades de un poblado en el territorio de operaciones.
- Que disponga de un área donde se pueda realizar combate en zona subterránea.

2.2 Estudio de normativas.

Para la elaboración, el transporte y la puesta en obra del hormigón se ha de cumplir un marco reglamentario que asegure los requisitos de seguridad estructural, seguridad ante un posible incendio y el cuidado del medio ambiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Existe una normativa que abarca una completa recopilación de premisas técnicas que dan solución a la mayoría de los casos más característicos encontrados en la Arquitectura: Las Normas Tecnológicas (NTE). Dentro de ellas existen ocho grandes familias que a su vez engloban diferentes Subfamilias, que también contienen varias normas hasta alcanzar un compendio de 160 normas distintas, todas ellas referidas al ámbito de la construcción y la arquitectura.

Respecto a la ejecución de las edificaciones es preciso cumplir una norma que regule la fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas, el cálculo, el diseño, la construcción el control y el mantenimiento:

- NTE-EHU/1973. (Estructuras de Hormigón armado y forjados unidireccionales)

La normativa que regula el empleo de las vigas dentro de la construcción se trata de:

- NTE-EHV/1985. (Estructuras de hormigón armado. Vigas)

Para la realización de las estructuras de madera y sobre todo, los encofrados, es preciso cumplimentar:

- NTE-EME/1975. (Estructuras de madera. Encofrados)

Los movimientos de tierras irán regulados por:

- NTE-ADZ/1976. (Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Zanjas y pozos)

- NTE-EHZ/1973. (Estructuras de hormigón armado. Zanjas)

Por otro lado, en España, el marco normativo que establece y desarrolla las exigencias en lo referente a la calidad de los edificios y todas sus instalaciones acordes a unos estándares y unos requisitos básicos se trata de:

-Código técnico de la edificación (CTE). [11]

Dentro del marco reglamentario que impone le CTE encontramos una serie de "Documentos Básicos" (DB) cuya función es establecer una serie de reglas y procedimientos que al ser cumplimentados aseguran el cumplimiento de las exigencias básicas de la seguridad estructural (SE).

En este proyecto son de principal importancia:

-Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero (DB-SE-A).

-Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la edificación (DB-SE-AE).

-Documento Básico de Seguridad Estructural Madera (DB-SE-M).

3 SITUACIÓN

3.1 Antecedentes

Para la redacción del presente proyecto de: Construcción y mejora del polígono de combate en población "El Serrallo"; es necesario puntualizar que nos encontramos en el distrito 6 de Ceuta, a 4,5 kilómetros del centro urbano de la localidad.

Se trata de un núcleo urbano que se encuentra en el extrarradio de la ciudad, que comprende las poblaciones de Benzú y El Principe, concretamente la localización del polígono se encuentra en las instalaciones del complejo militar " El Serrallo", perteneciente al Tercio Duque de Alba II de La Legión.

3.2 Situación y emplazamiento.

3.2.1 Descripción de la situación actual.

Dentro de las instalaciones del acuartelamiento " El Serrallo" se encuentra un área dedicada para la instrucción en zonas urbanizadas, consta de una calle con casas pequeñas a ambos lados, una Casa de Goma[3] y ocho casas de una planta.

El acceso al polígono tiene dos rutas posibles: se realiza o bien mediante la Carretera Nacional N-362 o mediante la entrada al Acuartelamiento "Tercio Duque de Alba". La posibilidad que brinda la entrada directa por la N-362 facilita notablemente el uso de las instalaciones sin tener que atravesar el acuartelamiento de la Legión, además se trata de una carretera amplia con doble sentido de circulación, lo cual supone una perfecta vía de evacuación si fuese necesario.

Figura 1 *Vista de la situación actual. Fuente: Google Maps.*

[3] Se trata de una edificación donde se practica el combate en zonas urbanizadas y que tiene la peculiaridad de que se puede modificar su interior mediante paneles móviles que generan diferentes situaciones de combate.

En la (**Figura 1**) se pueden apreciar las obras ya realizadas en la zona sur-oeste. La nueva zona a construir será sobre el resto del terreno libre de edificaciones.

Parte del emplazamiento se encuentra en una zona que ya ha sido compactada y adecuada para construir sobre ella, sin embargo en el resto de la explanada será necesario llevar a cabo una organización del terreno.

3.2.2 Análisis granulométrico

A continuación, se describen los pasos seguidos y los resultados obtenidos sobre el análisis granulométrico empleando el método USDA[4] [12].

1- Obtención de testigo del terreno recogido en el lugar donde se pretende ejecutar la obra a una profundidad de 80cm.

Figura 2 *Testigo del terreno. Fuente propia.*

[4] Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

2- Comprobación expedita del granulado de la grava. Se vierte el material y se procede a separar los elementos superiores a un diámetro de 4.76mm.

Figura 3 Muestra obtenida. Fuente propia.

Figura 4 Aislamiento de áridos gruesos. Fuente propia.

En este paso se obtiene que se trata de un terreno de áridos finos, siendo estos aproximadamente un 95% del total de la muestra. Nótense las compactaciones del material en la **Figura 4** que a simple vista pueden parecer rocas.

3- Una vez determinado que se trata de un terreno de áridos finos, se procede a analizar esta muestra mediante el ensayo de sedimentación. Para ello, con el fin de alcanzar una muestra lo más real posible, se reduce la muestra hasta alcanzar una cantidad que rellene un tercio del volumen de un bote de vidrio. A continuación, se vierte agua hasta alcanzar los 2/3 restantes de la altura del bote, de tal forma que la relación sea 1/3 de material y 2/3 de agua, y se deja sedimentar durante 5 días.

Figura 5 Reducción de la muestra. Fuente propia.

Figura 6 Bote de medición. Fuente propia.

4- En este caso, calculando los espesores de cada capa, 90% limoso y 10% arenoso. Aplicando estos porcentajes al triángulo de texturas (**Figura 7)** podemos concluir que se trata de un terreno limoso, lo cual concuerda con la geografía del terreno, ya que la zona de construcción se encuentra situada en una vaguada.

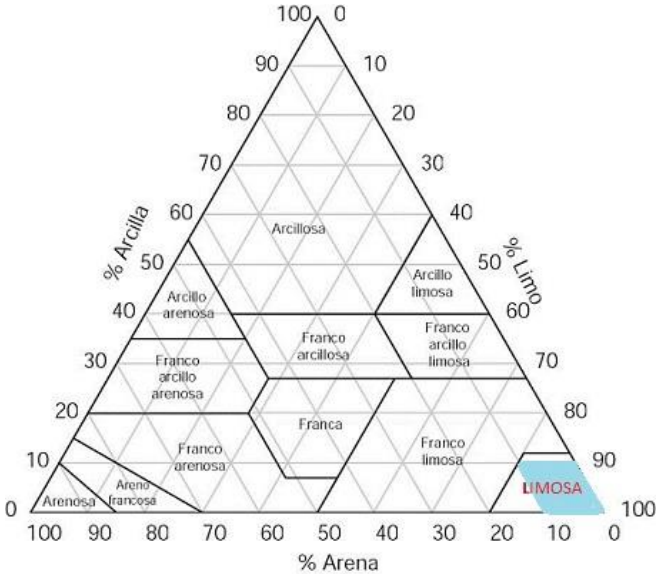


Figura 7 Triángulo de texturas. U. S. Department Agriculture.

3.2.3 Información del terreno

Se tomará en cuenta la correcta nivelación de la instalación para evitar su deterioro prematuro como consecuencia de la deficiente evacuación de aguas tras fuertes precipitaciones que puedan afectar a las condiciones de uso adecuado de la instalación. Las características del suelo se corresponden con suelos limosos. Por lo que se considera el coeficiente de trabajo con una tensión admisible del terreno de 2 kg/cm^2 para el diseño de cimentaciones y una capacidad portante tolerable, de acuerdo, al Código Técnico de la Edificación. Además, se tomarán sus límites plásticos y líquidos como similares al de los terrenos arenosos ante la imposibilidad de cálculo de su plasticidad[5]

En cuanto al cuadro geológico presente; el territorio se encuentra formado por la unidad estructural conocida como Sinclinal de Hadu-Findeq.

"Con casi 10 km. de extensión, esta unidad es la que aflora con una mayor superficie en Ceuta. Está formada por un conjunto heterogéneo de materiales sedimentarios. Destacan las calizas alabeadas, del Devónico superior, que se presentan en bancos delgados, alternantes con niveles de esquistos y pizarras con foliación bien desarrollada. Frecuentemente se encuentran afectados por un diaclasado intenso y presentan una permeabilidad elevada." [13]

A la hora de realizar la obra será importante tener en cuenta que nos encontramos con suelos limosos, caracterizados por su pequeña granulometría, su poca plasticidad y su relativa facilidad para filtrar el agua, como podemos comprobar en la **Figura 8**

[5] Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) Clasificación AASHTO

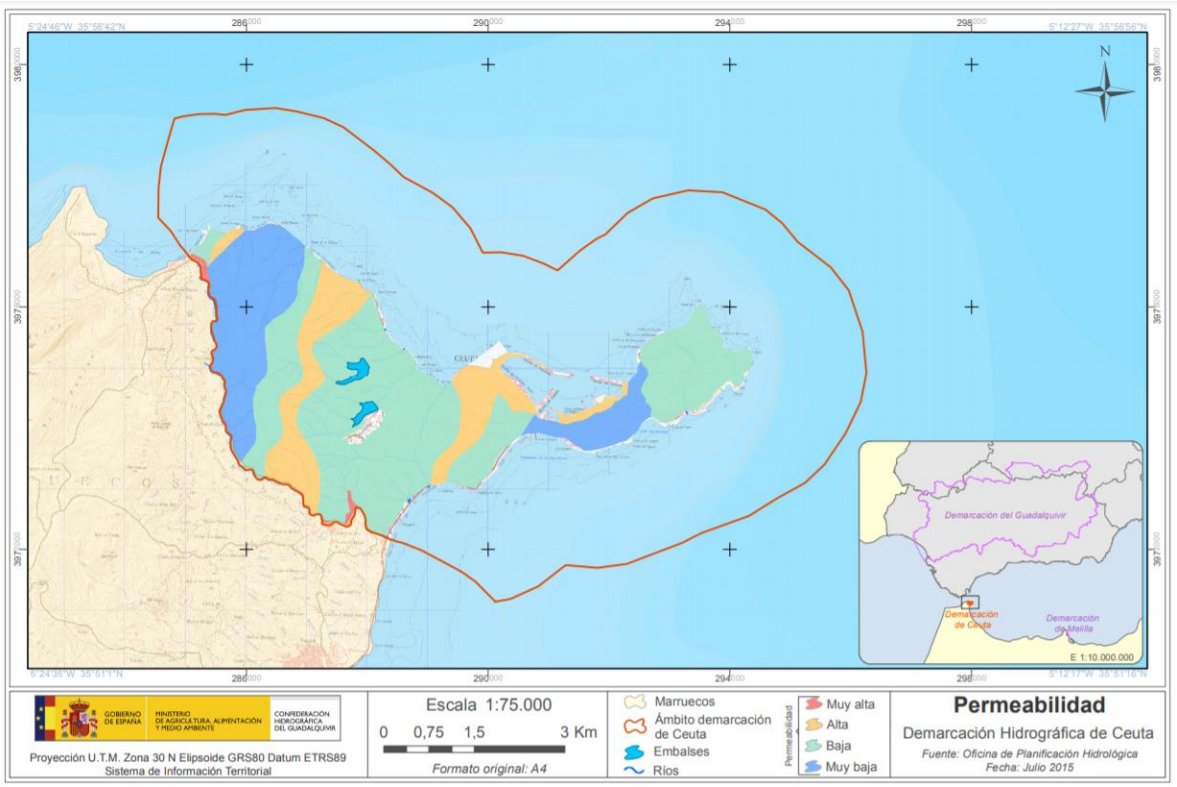


Figura 8 *Permeabilidad del suelo en Ceuta. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.*

3.2.4 Estudio hidrográfico.

El territorio de la ciudad carece de vías de agua permanentes. Se trata de una orografía donde el conjunto de relieves abruptos y las pendientes acusadas en una superficie tan reducida, junto con las características climáticas, dan como resultado una red hidrográfica formada por numerosos barrancos y arroyos de escasa longitud y marcado carácter torrencial y estacional. “El Serrallo” se encuentra localizado en una vaguada, donde es susceptible de las posibles inclemencias causadas por las aguas torrenciales.

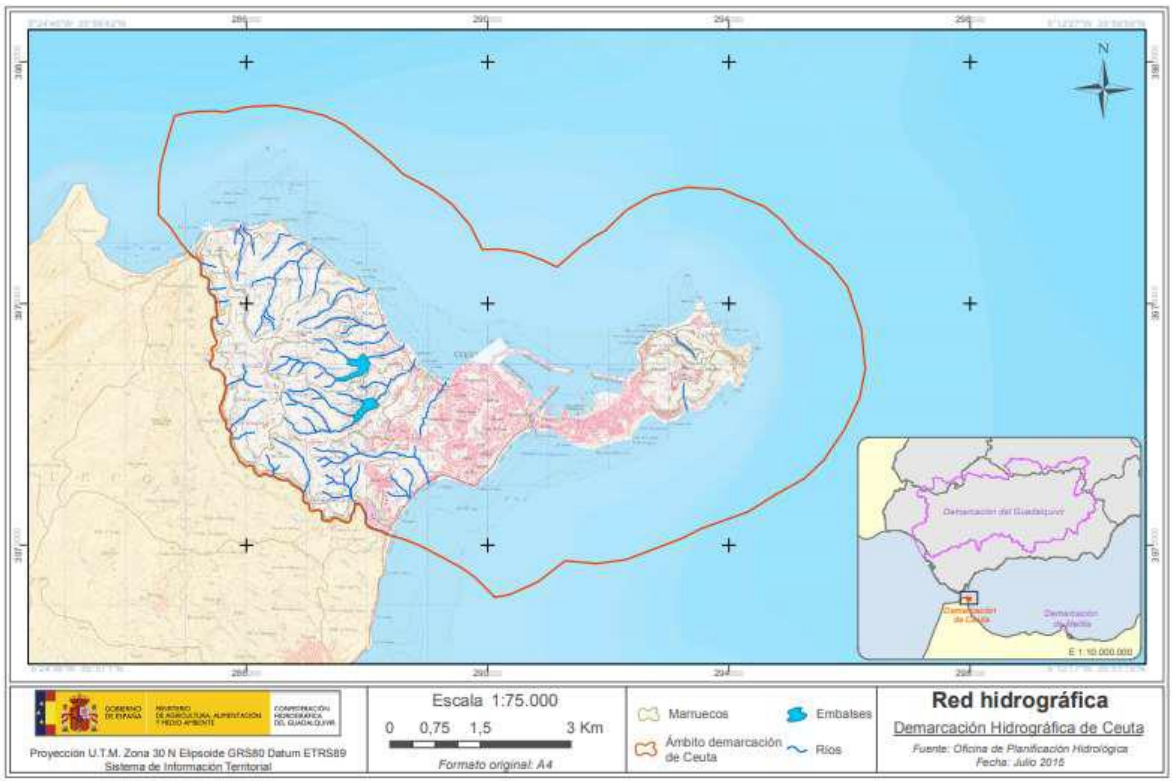


Figura 9 *Mapa hidrográfico de Ceuta. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.*

3.2.5 Estudio meteológico

El marco en el que se encuentra la localidad: a dos aguas entre el mar mediterráneo y el atlántico, se genera un clima mediterráneo con temperaturas templadas y una elevada humedad. Su proximidad con el mar influye también en la media anual de 18,58 º C (**tabla 1**).

Como podemos apreciar en las precipitaciones anuales, diciembre es el mes donde se alcanzan los máximos registrados, quedando los meses de verano prácticamente libres de aguaceros.

Cabe destacar la elevada humedad que permanece prácticamente constante a lo largo de todo el año, generando neblinas y rocío.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DH
Enero	13.4	15.8	11.0	122	72	8.0	0.0
Febrero	13.7	15.9	11.4	145	75	9.0	0.0
Marzo	14.8	17.4	12.2	90	68	6.0	0.0
Abril	16.4	19.1	13.6	57	71	6.0	0.0
Mayo	18.8	21.9	15.7	21	66	4.0	0.0
Junio	22.3	25.7	18.8	3	67	1.0	0.0
Julio	24.9	28.9	20.9	1	61	0.0	0.0
Agosto	25.0	28.5	21.5	3	70	0.0	0.0
Septiembre	22.8	25.8	19.8	37	72	2.0	0.0
Octubre	20.2	22.8	17.5	82	75	7.0	0.0
Noviembre	16.4	18.8	14.0	127	73	7.0	0.0
Diciembre	14.3	16.4	12.1	161	73	10.0	0.0

Tabla 1 *Valores climatológicos normales. Ceuta 2003/2010 Agencia estatal de meteorología.*

Leyenda:

T Temperatura media mensual/anual (°C)

TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)

Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)

R Precipitación mensual/anual media (mm)

H Humedad relativa media (%)

DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DH Número medio mensual/anual de días de helada

Respecto al viento, el régimen eólico predominante está dividido en vientos moderados de N y NO generados por el Anticiclón de las Azores, en su mayoría en las estaciones frías del año. Por otro lado los vientos del NE y SO (Levante y Poniente) dominan las estaciones cálidas y los vientos del S y SE en el tránsito entre las mismas, siendo estos vientos los que alcanzan las máximas de 22 nudos en el mes de Noviembre. (**Figura 10**)

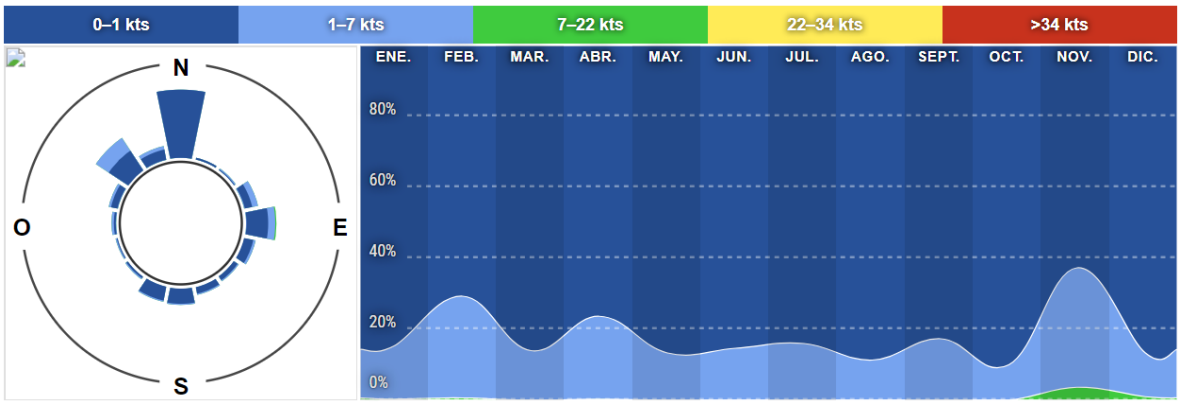


Figura 10 *Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 03/2014 - 02/2017 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local. https://www.windfinder.com*

4 MEMORIA CONSTRUCTIVA

4.1 Solución adoptada

El polígono de Combate en Población consta de seis zonas diferentes, cada una de ellas señalizada en la **Figura 11**.

4.1.1 Viviendas y edificios oficiales.

La zona de viviendas contiene dos casas de tamaño mediano que se pueden unir a la zona de los edificios oficiales para llevar a cabo ejercicios tácticos. En el área de los edificios oficiales encontramos “El Ayuntamiento”, “La casa de Gobierno”, “El Hospital”, “La Policía” y una pequeña vivienda.

En este área es donde encontramos los edificios de mayor envergadura del proyecto, perfectos para operaciones de extracción de VIP’s[6].

4.1.2 Parking.

Se ha habilitado un área de estacionamiento de vehículos con la principal función de que no interfieran en el empleo de las instalaciones.

4.1.3 Travesía.

Se trata de una mejora del área que ya se encontraba construida con la implementación de tres edificios de una planta de tamaño mediano que completan el anterior pasillo de fuego.

[6] Personas de especial relevancia.

Los interiores de estos edificios están pensados para la instrucción ante amenazas IED[7] en interiores, por lo cual deberán ir correctamente amueblados simulando una situación lo más fiel posible a la realidad.

A demás se construirá un talud en el terraplén situado al oeste del polígono para evitar posibles desprendimientos del terreno.

4.1.4 Zoco y túneles.

En esta zona se encuentra la mayor conglomeración de viviendas, el objetivo buscado en esta área es generar situaciones imprevisibles, ya que el empleo de los túneles hace posible el movimiento de los enemigos entre las viviendas sin ser vistos, generando así una sensación de tensión constante.

Por otro lado los túneles también cumplen el objetivo de servir para realizar prácticas de combate en subsuelos.

4.1.5 Mercado.

Esta zona está pensada para la identificación de objetivos y medidas C-IED[8] en un territorio que en las zonas de operaciones suele estar caracterizado por las grandes aglomeraciones de civiles donde el enemigo se oculta entre la muchedumbre.

[7] Artefacto explosivo improvisado.
[8] Lucha contra los artefactos explosivos improvisados.

Figura 11 Disposición de las zonas del polígono. Fuente propia.

4.2 Trabajos realizados.

En una primera fase se realizarán el desbroce y acondicionamiento de la zona, la cual tendrá que ser nivelada y explanada. Se realizará también un acotado y replanteo de los lugares donde se establecerán las construcciones.

Tras el acondicionamiento de la zona se procederá a la excavación y disposición de los túneles. Una vez se hayan instalado se podrá proceder a realizar todo lo relacionado con la cimentación: la excavación y cajeado de cada losa, la explanación con rodillos y el graveado de cada asentamiento, el encofrado y por último, el hormigonado de las losas.

Una vez vayan fraguando las losas se procederá a realizar los trabajos de albañilería: colocación de los bloques prefabricados y montaje de los pilares.

En una última fase se montarán los techados de las edificaciones, se realizarán los trabajos de soldadura necesarios y por último se montará la zona del mercado.

En el Plan de Obras (**ANEXO B**) se detallan las dependencias entre las actividades a realizar, de tal forma en la que los trabajos comenzarán a realizarse en cuanto su relación de ejecución con el resto de las tareas se lo permita. En este anejo, se incluye la planificación de la obra detallada en un diagrama de barras Actividad-Tiempo. Dado el carácter de la obra, se establece un plazo de ejecución de treinta y dos semanas.

La jornada de trabajo será desde las 07:30 h hasta las 15:00h pudiéndose en caso necesario, solicitar Jornadas de Instrucción Continuada (a través de la S-3 del RING-7) para continuar con los trabajos en horario de tarde. Contando siempre con un descanso de 60 minutos para comer. Estas jornadas prolongadas no generarán ningún tipo de descanso adicional, más allá del proporcionado a criterio del Jefe del Regimiento. Se respetarán los festivos Nacionales, locales y particulares de la Unidad participante.

Los puntos de aguadas, conexión a red eléctrica y otros servicios, serán comunicados al jefe de obra por parte de personal del Tercio Duque de Alba II de la Legión, responsable del Acuartelamiento “El Serrallo”, al comienzo de los trabajos.

El caso de incendio se detendrán todos los trabajos, se informará al Oficial de Cuartel y se procederá según el Plan de Incendios de la Base “El Serrallo”. Asimismo, se dispondrá en todo momento en obra de los siguientes medios de extinción de incendios:

- 3 extintores portátiles de polvo químico seco ABC de 12 Kg.

- 6 manoplas ignífugas.

El tratamiento de los residuos de obra generados, se realizará de acuerdo con la normativa de medioambiente de la Base “El Serrallo”. El jefe de obra se pondrá en contacto con personal de la oficina de medio ambiente de la USBA “San Jorge” para conocer los puntos de recogida y transferencia de residuos, así como cualquier otra particularidad del tratamiento de residuos de la Base.

4.3 Características generales de la obra.

4.3.1 Acondicionamiento.

El área que abarca el polígono consta de 5907,49 m2, donde es necesario despejar la zona y dejarla libre de toda la vegetación y material pétreo depositado en la explanada. Para conseguirlo se llevará a cabo un desbroce y despeje de toda la planicie al igual que de las pendientes adyacentes.

Gan parte de la zona ya se encuentra nivelada, pero será necesario nivelar el resto de la explanada.

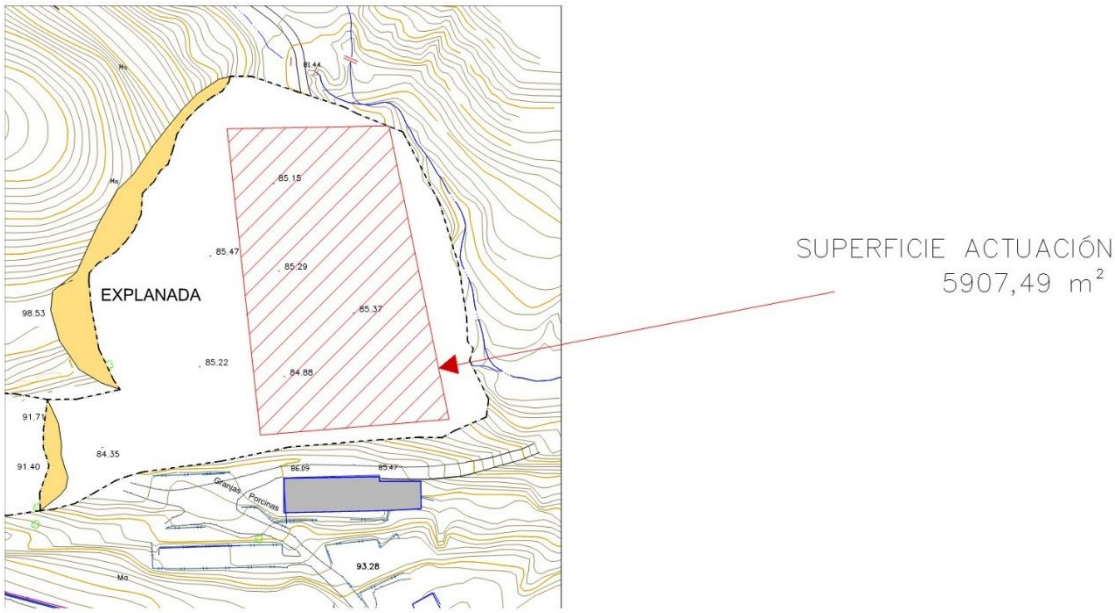


Figura 13 *Superficie de actuación. Fuente propia.*

4.3.2 Excavaciones.

Se realizarán según los planos (**ANEXO C**), los movimientos de tierra incluirán los viales de circulación y la construcción de dos glorietas de 2m. de radio.

En la zona del zoco (**Figura 11**) Los túneles irán soterrados y sobre ellos se realizarán las losas de cimentación.

Cada cajeado se realizará previo a la construcción de cada edificio para evitar así que las inclemencias del tiempo modifiquen el movimiento de tierras.

4.3.3 Túneles.

Para la fabricación del túnel, se emplearán moldes prefabricados de hormigón machihembrados (**ANEXO C**: Plano 14) de 3x2,5x3 metros, los cuales se colocarán soterrados a 1,5 metros de la superficie sobre una capa de grava de 20cm. La anchura de las zanjas será la necesaria para que los operarios trabajen en buenas condiciones con los moldes.

Una vez ejecutada la zanja y la base sobre la que descansan los moldes (superficie de asiento), así como los correspondientes apoyos y la nivelación, se procede a la colocación de los propios moldes sobre el fondo.

El entramado de túneles está pensado para brindar versatilidad y sorpresa a la zona de "El Zoco" por lo tanto, los túneles conectarán los edificios V5, V6, V10, V11, V12, V13, V15, V16, V18 y V19 (ver Planos) y aparte, tendrán dos entradas situadas fuera de la zona de viviendas.

Es de especial relevancia la impermeabilidad del entramado, sobre todo en sus accesos desde el exterior para evitar posibles inundaciones de los túneles.

Todo el material desplazado para realizar las zanjas se empleará posteriormente para volver a rellenar los surcos donde estará ahora el túnel o se llevará al vertedero.

4.3.4 Cimentación.

La cimentación a emplear en todas las edificaciones serán losas de cimentación, las cuales tendrán debajo una capa de 30 cm de grava para evitar el hinchamiento, además se colocará una capa de geotextil para aumentar todavía más la capacidad drenante del terreno y aumentar su resistencia mecánica. Las losas tendrán una capa de 15 cm de hormigón e implementarán las esperas de los pilares HEB 100 (3 metros) para aquellas edificaciones que dispongan de techado, los pilares se montarán sobre soportes de 25x25 cm. Se utilizará un hormigón HA-25/B/20/IIa y mallazo electrosoldado ME 15x15 de Ø 8. Características según Pliego de prescripciones técnicas (**ANEXO D**).

Para el montaje del encofrado, una vez replanteada la losa se montará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante o suministrador.

Antes del vertido del hormigón, sobre la zona encofrada se procede a montar el armado de la losa mediante los correspondientes mallazos de reparto.

El hormigón se irá vertiendo repartiéndolo uniformemente según dimensiones del encofrado, de tal forma que no se produzcan acumulaciones puntuales para evitar sobrecargas. En el proceso de hormigonado, el hormigón se compacta[9] vibrando con equipos correspondientes.

4.3.5 Estructuras.

Estructuras tipo Nº1

Son unas estructuras de una altura construida en base a bloques prefabricados de hormigón 40 x 20 x 20 cm y de altura hasta la cubierta de 2,5 m. Existe una pared interior hecha también con bloque de hormigón con un hueco de puerta, que divide el edificio en dos salas. Los lados cortos de la fachada van provistos de tronera a nivel de terreno Los lados largos de la fachada van provistos de un hueco de ventana y dos puertas de entrada/salida. Todas las estructuras se asientan sobre una losa de cimentación. Este tipo de estructuras no tendrán techado y las superficies aproximadas que ocupan estos edificios son de 30/50 m^2.

Estructuras tipo Nº2

Son unas estructuras de una única planta, construidas en base a bloques prefabricados de hormigón 40 x 20 x 20 cm y de altura hasta la cubierta de 2,5 m. En los interiores habrá varios muros que separen las diferentes habitaciones. Se podrá acceder a cada una de ellas mediante una puerta. Tres de los lados de las casetas estarán provistos de ventana y contarán con más de dos puertas de entrada/salida. Todas las estructuras se asientan sobre una losa de cimentación. En la parte superior de los muros se coloca una cubierta a base de chapa de acero de 1,5 mm. de espesor en perfil comercial prelacado, sobre perfiles laminados HEB100 y correas de acero galvanizado de S275 en perfiles conformados tubulares de 60x40x3 mm. y 100x50x3 mm. Las superficies aproximadas que ocupan esta estructuras son de entre 25/90 m^2.

[9] Se compacta en capas, las cuales se extienden sobre una superficie horizontal hasta alcanzar el espesor deseado.

El Hospital

Es una estructura de una altura construida en base a bloques prefabricados de hormigón 40 x 20 x 20 cm, de 20,4 m. de longitud, 14,4 m, de anchura y altura hasta cubierta de 2,5 m. La pared interior separa el edificio en dos partes a lo largo de un pasillo corrido con dos puertas de acceso a estas distintas zonas. El edificio cuenta con dos habitaciones grandes a modo de entrada principal y sala de espera, seis habitaciones pequeñas de 3,3x2,3 m que representan las habitaciones de los pacientes, tres habitaciones medianas de 3,8x3 m como zona habilitada para las consultas médicas y un pequeño cuarto de almacenaje de 2,5x2,1 m.

Todas las habitaciones tienen una ventana al exterior, así como una puerta que las conecta con el pasillo principal o con el secundario. Desde el exterior se puede acceder desde cuatro puertas que dan al interior del hospital. Toda la estructura se asienta sobre la losa de cimentación. En la parte superior de los muros se coloca una cubierta a base de chapa de acero de 1,5 mm. de espesor en perfil comercial prelacado, sobre perfiles laminados HEB100 y correas de acero galvanizado de S275 en perfiles conformados tubulares de 60x40x3 mm. y 100x50x3 mm. La superficie aproximada que ocupa esta estructura es de 294 m^2

Viviendas V1, V2 y V3

Son tres estructuras de una altura construidas en base a bloques prefabricados de hormigón 40 x 20 x 20 cm, de: 9,8 m. de longitud y 7,8 m. de anchura la vivienda Nº1, 12,4 m. de longitud y 6,4 m. de anchura la vivienda Nº2 y por último 10,8 m. de longitud y 10,25 m. de anchura la vivienda Nº3 en forma de L. Todas alcanzarán una altura hasta cubierta de 2,5 m. Contarán con varias paredes interiores que separarán los espacios de las viviendas generando habitáculos accesibles mediante puertas de aluminio. Las tres viviendas contarán con ventanas al exterior en todas sus fachadas, pudiendo ser estas de dos alturas diferentes: 1 m. ó 1,25 m.

Los interiores de las viviendas están amueblados simulando hogares reales, habrán de contener un salón, varias habitaciones, una cocina y un sanitario. Todas las estructuras están construidas sobre una losa de cimentación. En la parte superior de los muros se coloca una cubierta a base de chapa de acero de 1,5 mm. de espesor en perfil comercial prelacado, sobre

perfiles laminados HEB100 y correas de acero galvanizado de S275 en perfiles conformados tubulares de 60x40x3 mm. y 100x50x3 mm. La superficies que ocupan estas estructuras son de 77,5 m^2. , 79,5 m^2. y 88,45 m^2 respectivamente.

Puertas y ventanas

Las ventanas exteriores estarán fabricadas en PVC y serán practicables, sin oscilobatiente. Las puertas exteriores estarán fabricadas en carpintería de aluminio practicable al exterior y dispondrán de sistema antipánico. Las puertas interiores estarán fabricadas de madera. El montaje de las puertas exteriores y ventanas correrá a cargo de la empresa suministradora, incluyendo remates.

Mercado

La zona del mercado cuenta con treinta y nueve puestos de 2x4 m. fabricados en madera. (Ver **ANEXO C**: Plano 2)

4.3.6 Otros.

Parking

El parking tendrá una superficie de 800 m2.

Señalización vertical

La señalización vertical se ha realizado siguiendo las pautas marcadas por la normativa I.C. – 8.1 [14]; atendiendo a la disposición de los viales. No se dispondrá de señalización horizontal de ningún tipo.

Talud

Debido a que pueden llegar a producirse desprendimientos en la zona más al oeste de las edificaciones pudiendo llegar a comprometer la seguridad del proyecto a lo largo de su vida útil, se va a realizar un talud de contención en dicha área. Basado en los requisitos básicos de la **Norma NTE CCT/1977** (Taludes).

Dadas las características del terreno se empleará una malla de triple torsión. Antes de colocar el medio de contención se llevará a cabo un saneo de la zona, la cual habrá de quedar libre de piedras sueltas o semidesprendidas.

El anclaje de la correa se realizará mediante bulones de acero de 3 metros de longitud, los cuales se colocarán en la parte superior del talud asegurados con mortero (**Figura** A.6).

5 METODOLOGÍA

5.1 Cálculo de la estructura.

Los perfiles empleados en todas las estructuras son perfiles metálicos de tipo HEB 100 para los pilares y se emplearán perfiles tubulares de 100x50x3 mm y 60x40x3 mm para los emparrillados que suportarán una chapa trapezoidal galvanizada.

Los perfiles tipo HEB 100 se colocarán empotrados verticalmente a las losas de cimentación mediante sus respectivas placas de anclaje, éstos irán unidos a los emparrillados de los perfiles tubulares con pletinas de soldadura para generar uniones rígidas en las barras que concurran sobre ellas.

Se empleará una losa de cimentación para que las cargas de las superestructuras queden divididas en unas bases de mayor tamaño y poder disminuir de esta manera la carga por unidad superficial aplicada al terreno, que al tratarse de un suelo limoso, presenta una capacidad portante menor ante cargas puntuales elevadas.

Los perfiles irán atados a los muros de bloques de hormigón, por lo que su pandeo en su eje más débil quedará impedido, lo mismo sucederá en las aristas de las edificaciones, donde en este caso su pandeo quedará impedido en los dos ejes gracias a los muros de hormigón.

5.1.1 Características del cálculo.

Para realizar el cálculo de la estructura vamos a emplear una estructura tipo como base de estudio para el resto de edificaciones de este proyecto, que será analizada mediante el programa Cype Ingenieros (**ANEXO E**).

Los datos a tener en cuenta para el cálculo son los siguientes:

La estructura tendrá: 22,8 m de longitud, 11,4 m de anchura y unas alturas en cumbrera de 3,5 m y 2,5 m en los laterales.

Número de vanos: 5

Separación entre pórticos: 5.7 m

Peso del cerramiento sobre cubierta: 0,24 KN/ m^2. (Panel de sándwich)

Estados límite últimos: Se considerará una cota de nieve con altitud inferior o igual a 1000 m. [15] [16]

Según el **CTE**: [17]

- Sobrecarga del Cerramiento: Sobrecarga de uso en cubiertas, categoría de uso G1 (cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento, no concomitante con el resto de acciones variables), cuyo valor es de 0.4 kN/ m^2.
- Sobrecarga de Viento: Velocidad del viento básica 29 m/s. La Zona eólica es de tipo C.
- Grado de aspereza: Única tipo III (Zona rural accidentada o llana con obstáculos)
- Datos del emplazamiento para la sobrecarga de nieve: Zona climática tipo 6
- Altitud topográfica: 171 metros
- Exposición al viento: Normal

5.2 Presupuesto.

El presupuesto para la ejecución de la obra se ha realizado tomando los precios de los materiales de la herramienta "Arquímedes" del programa Cype ingenieros y de la empresa "Ferreterias Doncel Sl", la cual suele suministrar al Regimiento de Ingenieros Nº7 (RING-7) de material de obra. Suma un total de DOSCIENTOS VEINTE MIL OCHOCIENTOS SESENTA EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS. (**ANEXO F**)

En este presupuesto no se ha incluido el gasto monetario que produciría el consumo de combustible tanto en los trasportes a la obra como el empleado por las máquinas realizando los trabajos, puesto que el combustible es obtenido directamente de los depósitos del

Acuartelamiento "El Jaral" o del Acuartelamiento "II Tercio Duque de Alba" respectivamente. Véase el consumo de combustible (**ANEXO G**).

La obra será ejecutada por el personal y medios de la Compañía de Apoyo del Regimiento de Ingenieros Nº7, salvo que se necesite de un material específico que no se encuentre disponible en la compañía. Las peticiones de material, medios y personal técnico que se pudiesen necesitar se cursarán a través de la S-4 [10]. No se prevé la necesidad de alojamiento ni manutención para ningún participante en la ejecución de la obra, salvo casos excepcionales.

5.3 Gestión de Riesgos.

Se ha realizado un Análisis de Riesgos (**ANEXO H**) para determinar todos los factores negativos que pueden influir en el proyecto. El objetivo último de este análisis radica en generar un plan de respuesta efectivo mediante la priorización de los riesgos que serán ordenados en función de su criticidad e impacto para el correcto desarrollo del proyecto.

Todas las medidas empleadas estarán regidas por el **Real Decreto 1627/1997** [18] y por el **Real Decreto1755/2007** [19] en el ámbito militar. El Plan de Seguridad y de Salud queda recogido en el (**ANEXO I**).

5.3.1 Normas dentro de la obra.

La prevención de riesgos laborales es un elemento esencial de todo proyecto donde se realicen obras, por lo tanto es preciso establecer unas normas generales dentro de la zona de trabajo:

- Cumplir activamente las instrucciones y medidas preventivas adoptadas en este documento.

- Utilizar, conforme a las instrucciones de seguridad recibidas, los medios y equipos asignados.

[10] Personal, Asuntos Generales y Apoyo Logístico.

- Consultar y dar cumplimiento a las indicaciones de la información sobre prevención de riesgos recibida del ET[11]

- No consumir sustancias que puedan alterar la percepción de los riesgos en el trabajo.

- Acceder únicamente a las zonas de trabajo que ofrezcan las garantías de seguridad.

- Informar inmediatamente a sus superiores de cualquier situación que pueda comportar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

- Respetar la señalización de seguridad colocada en la obra.

- No encender fuego en la obra.

- Utilizar la herramienta adecuada según el trabajo que se quiere realizar.

- En caso de producirse cualquier tipo de accidente, comunicar la situación inmediatamente a sus superiores.

- Conocer la situación de los extintores en la obra.

- No permanecer bajo cargas suspendidas.

- En zonas de circulación de maquinaria, utilizar los pasos previstos para trabajadores.

- Respetar los radios de seguridad de la maquinaria.

- Al levantar pesos, hacerlo con la espalda recta y realizar la fuerza con las piernas, nunca con la espalda.

- Lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.

- Toda la maquinaria de obra matriculada que supere los 25 km/h, deberá tener pasada la ITV [12].

[11] Ejército de Tierra.
[12] Inspección Técnica de Vehículos.

5.3.2 Equipo de Protección Individual.

En los Tajos todo el personal que se encuentre trabajando deberá llevar consigo el siguiente listado de material (homologado):

- Casco de seguridad.
- Guantes de P.V.C.[13] o de goma.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Ropa de trabajo.

6 CONCLUSIONES.

Tras la elaboración de este proyecto se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Que el RING-7 llevase a cabo el proyecto ha influido a la hora de diseñar las instalaciones, así como a la hora de elegir los materiales empleados. Sobre todo en el caso de los elementos de hormigón prefabricados, que además de reducir el tiempo de ejecución de la obra, tienen unos estándares de calidad controlados y aportan beneficios tanto en seguridad estructural como en sencillez constructiva. A pesar de su precio elevado.
- La decisión de que la ejecución de la obra corra a cargo del Regimiento supone también grandes ventajas en materia de instrucción, ya que llevar a cabo una obra de tal envergadura dotará a la unidad de excelentes capacidades constructivas.
- Aparte del “Pueblo Afgano” de la Base Álvarez de Sotomayor, nuestro país no dispone de otras instalaciones subterráneas de instrucción similares. Esto podría servir de puente para que se dotase a las unidades de la plaza con medios de combate subterráneo, como robots de reconocimiento, y

[13] Cloruro de Polivinilo.

conseguir que dichas unidades dispongan de una nueva capacidad subterránea, la cual será muy útil en un futuro próximo.

- Este tipo de instalaciones son imprescindibles para la formación de las Fuerzas Armadas (FAS) y todas las unidades del ejército deberían disponer de polígonos de combate en población donde poder realizar instrucción en zona urbanizada. Además, este polígono también podría ser empleado por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado de la Comandancia General de Ceuta, ampliando todavía más sus posibilidades.

7 LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO.

A lo largo de la ejecución del proyecto se han encontrado posibles mejoras que se podrían implementar en el futuro:

- Sistemas de Blancos en movimiento dentro de las casas para añadir más realismo a las instalaciones.
- Una instalación eléctrica tanto dentro como fuera de las edificaciones para simular operaciones nocturnas.
- La instalación de una carretera de asfalto.
- Un sistema de cámaras que permita a los mandos de las unidades el control y la detallada visualización de las operaciones realizadas.

8 BIBLIOGRAFÍA.

[1] Instituto Español de Estudios Estratégicos, *Panorama estratégico 2020*. 2020.

[2] "Ejército de tierra:."

https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Pontevedra/brilat/Localizacion/index.html

[3] "Ejército de tierra:."

https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Almeria/brileg/Noticias/2018/09.html

[4] "Ejército de tierra - Entregada la segunda fase del polígono de combate urbano del CENAD 'San Gregorio':."

https://ejercito.defensa.gob.es/noticias/2011/09/1071.html

[5] "House to house - Preparing for more urban warfare | Special report | The Economist." https://www.economist.com/special-report/2018/01/25/preparing-for-more-urban-warfare

[6] "Army combat training center for land-based operations." https://www.bundeswehr.de/de/organisation/heer/organisation/ausbildungskommando/gefechtsuebungszentrum-heer?view=canonical

[7] "El avance del Ejército sirio deja al descubierto los túneles de los rebeldes." https://www.lavanguardia.com/internacional/20191001/47762385697/el-avance-del-ejercito-sirio-deja-al-descubierto-los-tuneles-de-los-rebeldes.html

[8] U. S. G. U. Army, *Small Unit Training in Subterranean Environments Training Circular TC 3-21.50*.

[9] J. De Montoto y De Simon, *LAS GUERRAS DEL MUNDO MODERNO: DEL FIN DE LA II GUERRA MUNDIAL A LOS CONFLICTOS ACTUALES*. 2016.

[10] MINISDEF, "MI-102 Combate subterráneo," 2019.

[11] "Marco reglamentario."

https://www.codigotecnico.org/QueEsCTE/MarcoReglamentario.html

[12] U. S. Department Agriculture, "Soil Mechanics Module 3," 1987.

[13] M. Abad de los Santos, N. López González, J. Rodríguez Vidal, S. Chamorro, L. Cáceres Puro, and F. Ruiz Muñoz, "Análisis y cartografía de riesgos geológicos en el litoral de la ciudad autónoma de Ceuta," *NUEVAS CONTRIBUCIONES SOBRE GEOMORFOLOGÍA LITORAL*, pp. 115–118, 2007.

[14] "NORMA 8.1-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL," *Señales verticales de circulación*, 2016.

[15] "E.L.U. de rotura. Acero conformado," *CTE Doc. Básico SE-A*, 2019.

[16] "E.L.U. de rotura. Acero laminado," *CTE Doc. Básico SE-A*, 2019.

[17] "Seguridad Estructural Acciones en la edificación," *CTE Doc. Básico SE-AE*, 2006.

[18] BOE, "Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción."

[19] BOE, "Real Decreto1755/2007, de 28 de diciembre, de prevención de riesgos laborales del personal militar de las Fuerzas Armadas."

9 ANEXOS

- ANEXO A: Figuras
- ANEXO B: Plan de obras.
- ANEXO C: Planos / detalles constructivos.
- ANEXO D: PPT (Pliego de prescripciones técnicas).
- ANEXO E: Cálculos.
- ANEXO F: Presupuesto.
- ANEXO G: Consumo combustible.
- ANEXO H: Gestión de Riesgos.
- ANEXO I: Plan de Seguridad y de Salud.

ANEXO A: Figuras

Figura A.1 *Base "General Morillo" (Pontevedra) https://www.lavozdegalicia.es*

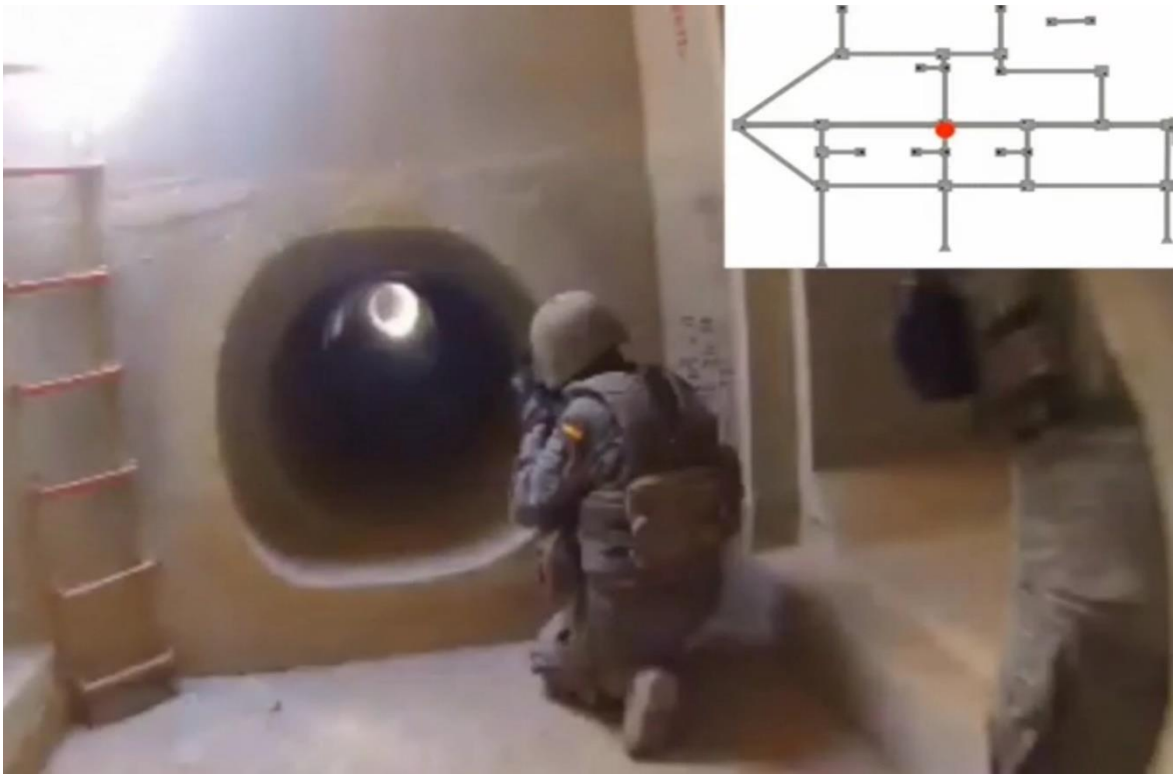


Figura A.2 *"Pueblo Afgano" Viator (Almería)* https://abcblogs.abc.es/

Figura A.3 *"Casas Altas" San Gregorio (Zaragoza)* https://elpais.com/

Figura A.4 *"Baladia" (Israel)* https://www.alamy.com/

Figura A.5 *"Schnöggersburg" (Alemania)* https://www.volksstimme.de/

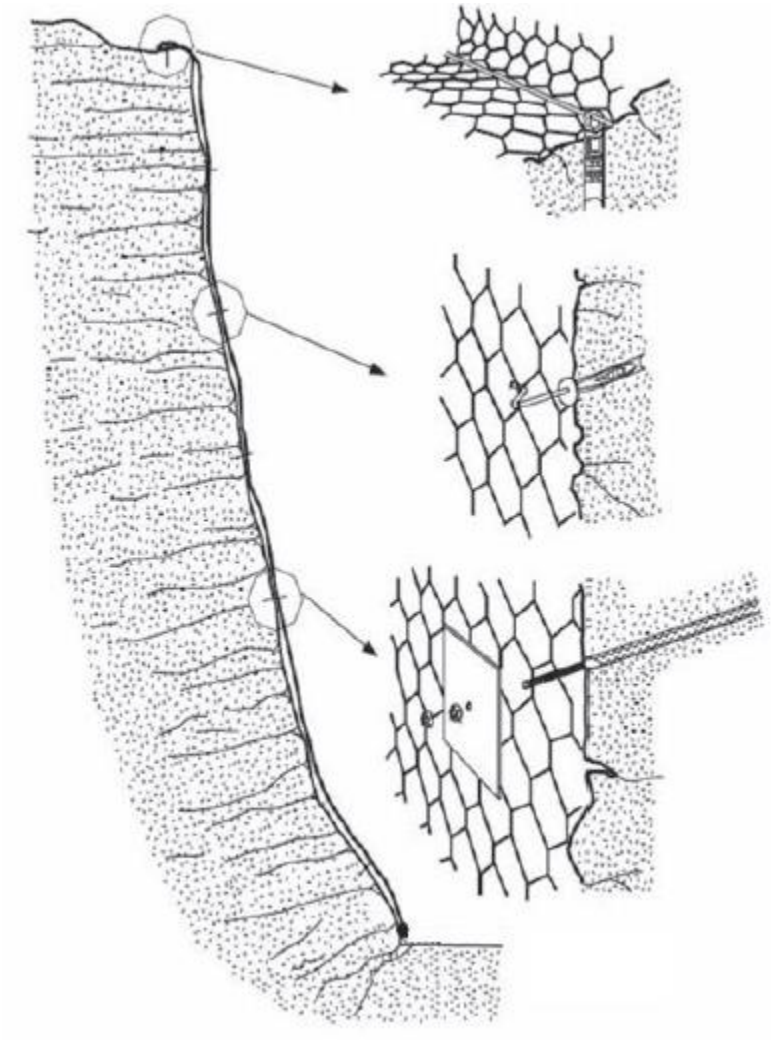


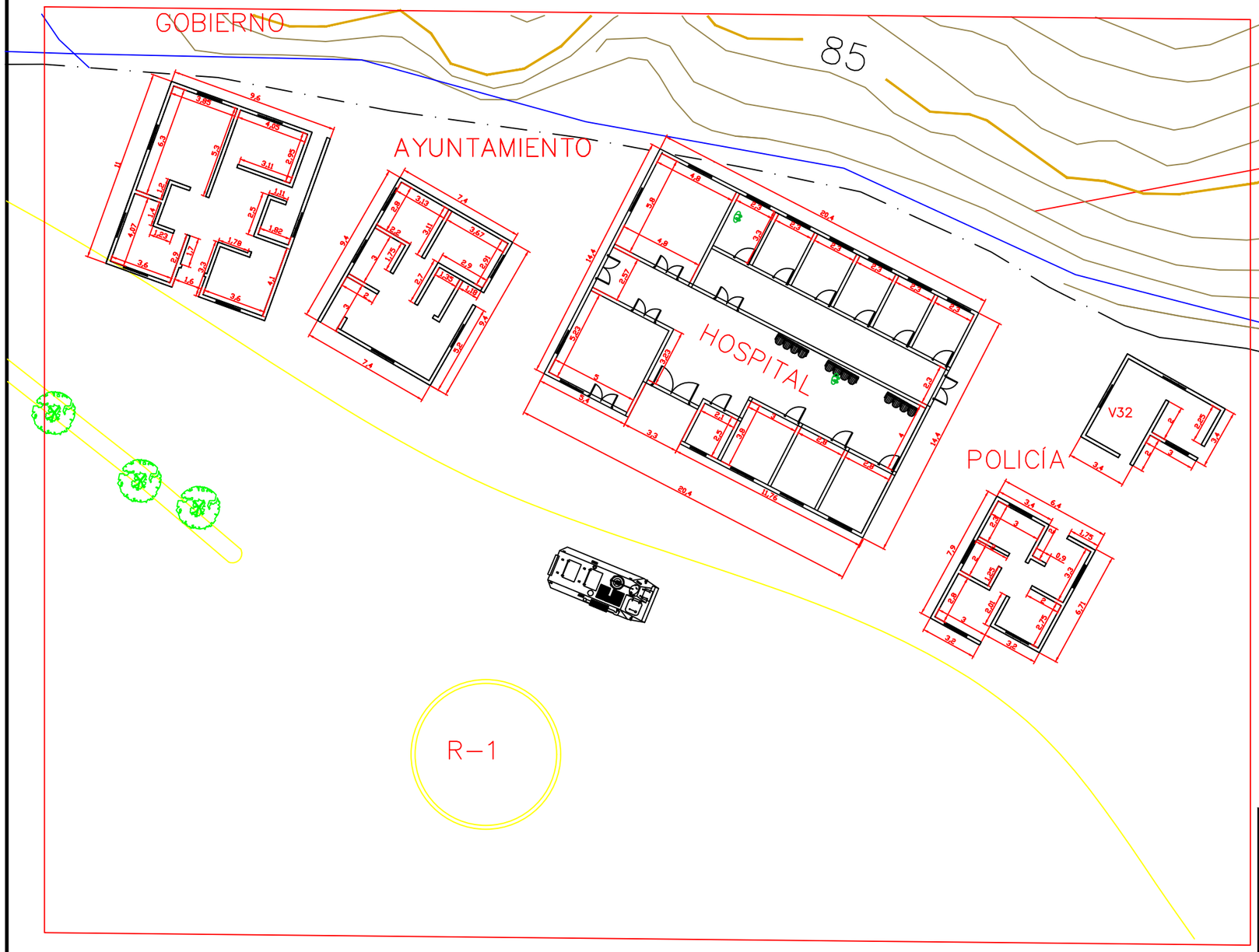
Figura A.6 *Correa de contención.* *https://www.mapa.gob.es/*

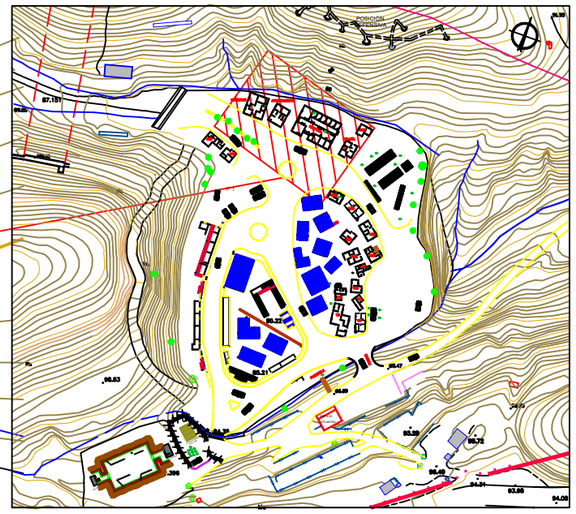
ANEXO B: Plan de obras.

	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8			
ACTIVIDADES	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**	**S10**	**S11**	**S12**	**S13**	**S14**	**S15**	**S16**	**S17**	**S18**	**S19**	**S20**	**S21**	**S22**	**S23**	**S24**	**S25**	**S26**	**S27**	**S28**	**S29**	**S30**	**S31**	**S32**
Desbroce y acondicionamiento																																
Explanaciones y nivelación																																
Excavaciones (túneles)																																
Ensamblaje colocación de túneles																																
Cajeado y rodillo edificaciones																																
Encofrado y graveado																																
Hormigonado de las losas																																
Colocación pilares																																
Albañilería (colocación de bloques)																																
Techados y soldaduras																																
Mercado																																

ANEXO C: Planos / detalles constructivos.

ZONA EDIFICIOS OFICIALES



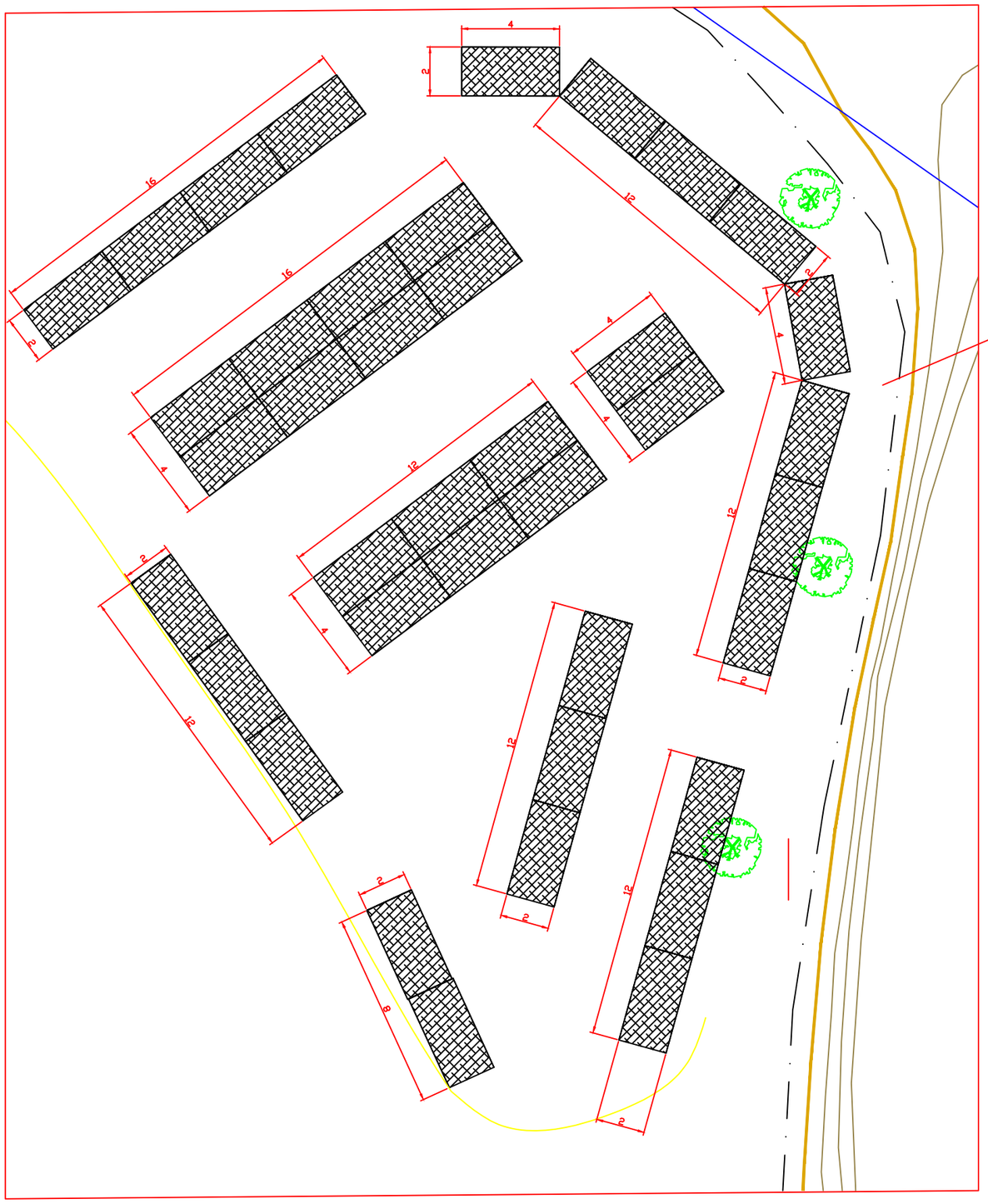


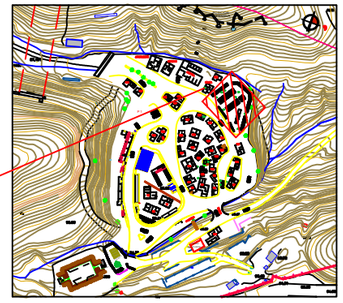
VIVIENDAS INCLUIDAS

GOBIERNO
HOSPITAL
AYUNTAMIENTO
POLICÍA
V32
R–1 ROTONDA

DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:500	FECHA:	Nº PLANO: 1

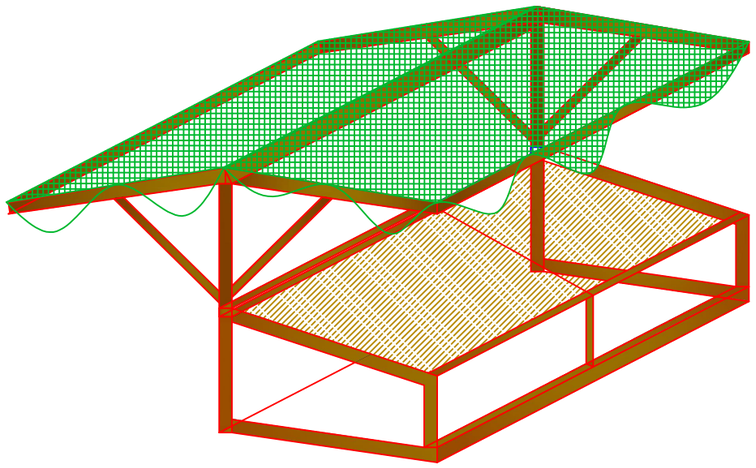
ZONA MERCADO





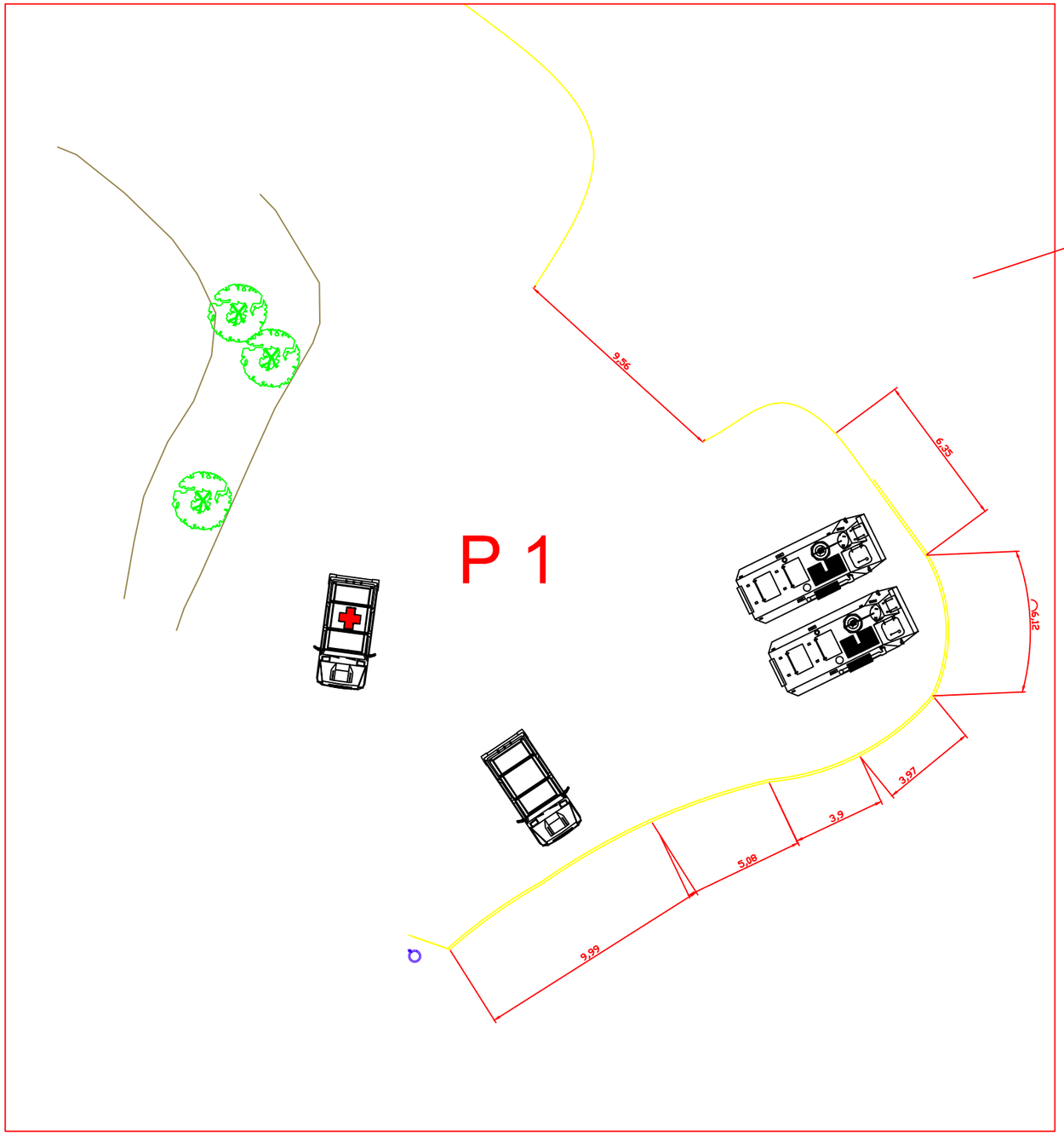
N° TOTAL PUESTOS DE MERCADO

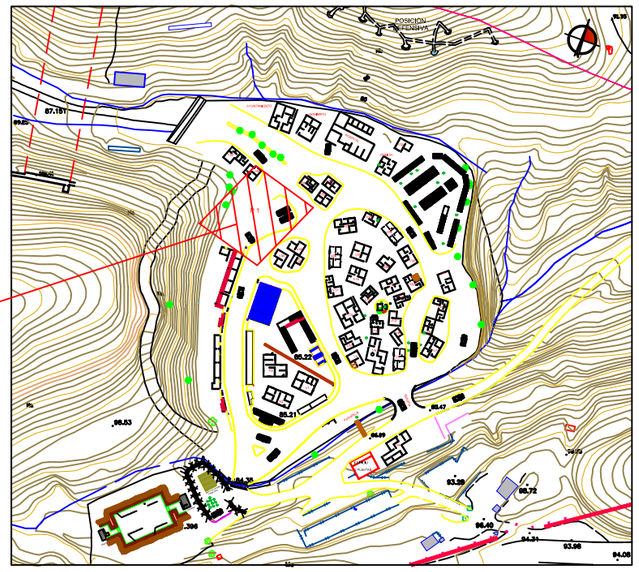
39 PUESTOS 2 X 4 METROS



DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:500	FECHA:	Nº PLANO: 2

ZONA PARKING



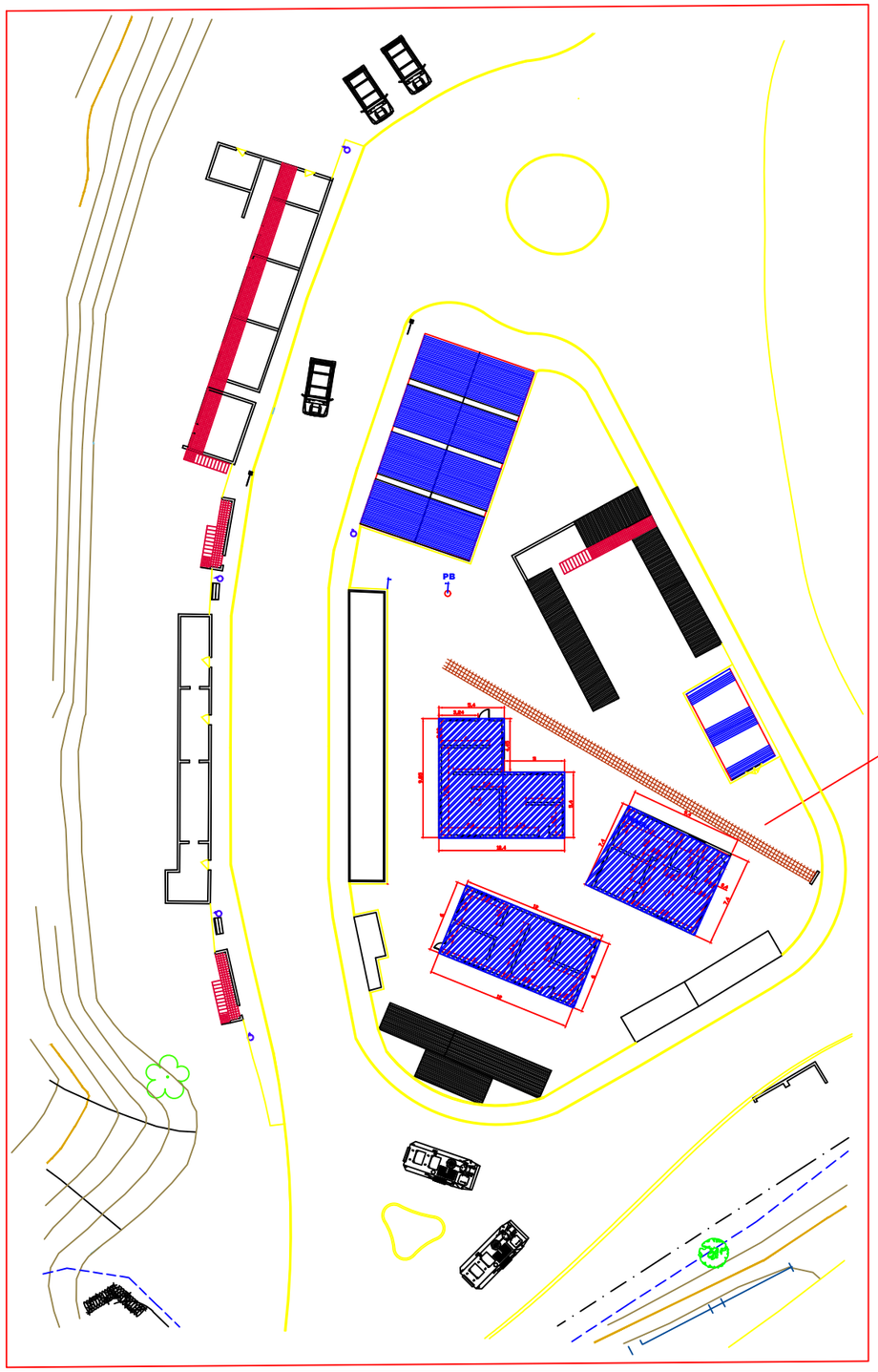


SUPERFICIE PARKING P1

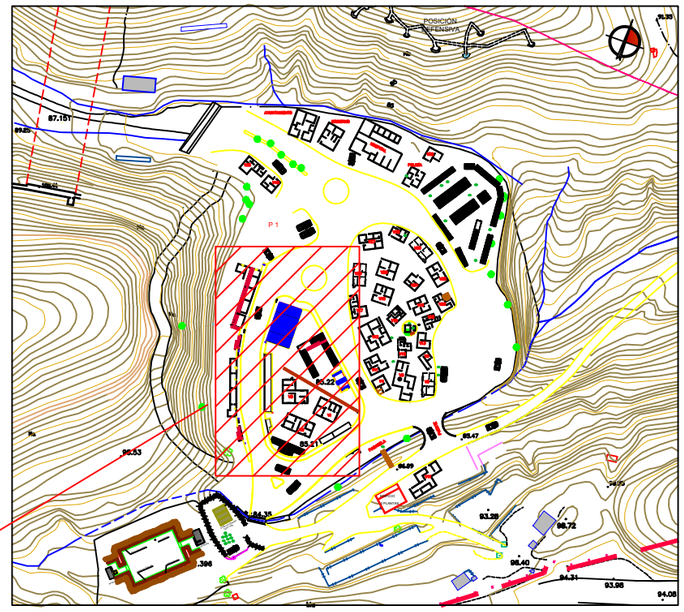
800 M²

DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:500	FECHA:	Nº PLANO: 3

TRAVESÍA



ZONA TRAVESÍA

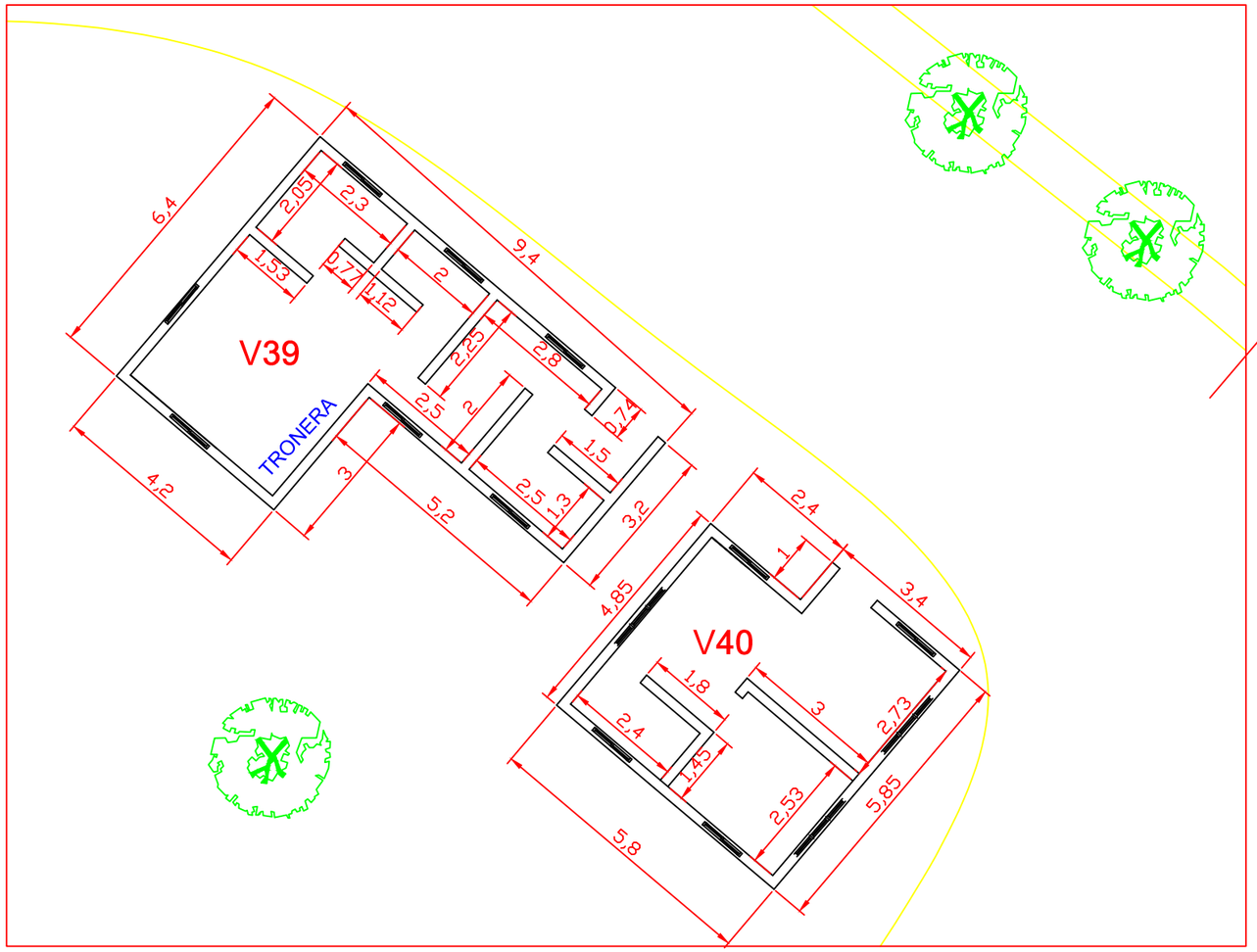


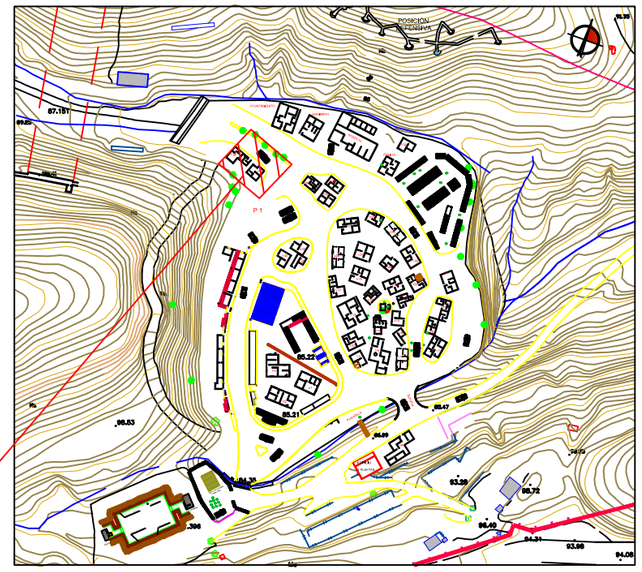
VIVIENDAS INCLUIDAS EN LA ZONA DE LAS TRAVESÍA

- V1, V2, V3
- CONSTRUIDAS
- TECHADAS
- CON PUERTAS
- AMUEBLADAS

DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:1000	FECHA:	Nº PLANO: 4

ZONA VIVIENDAS



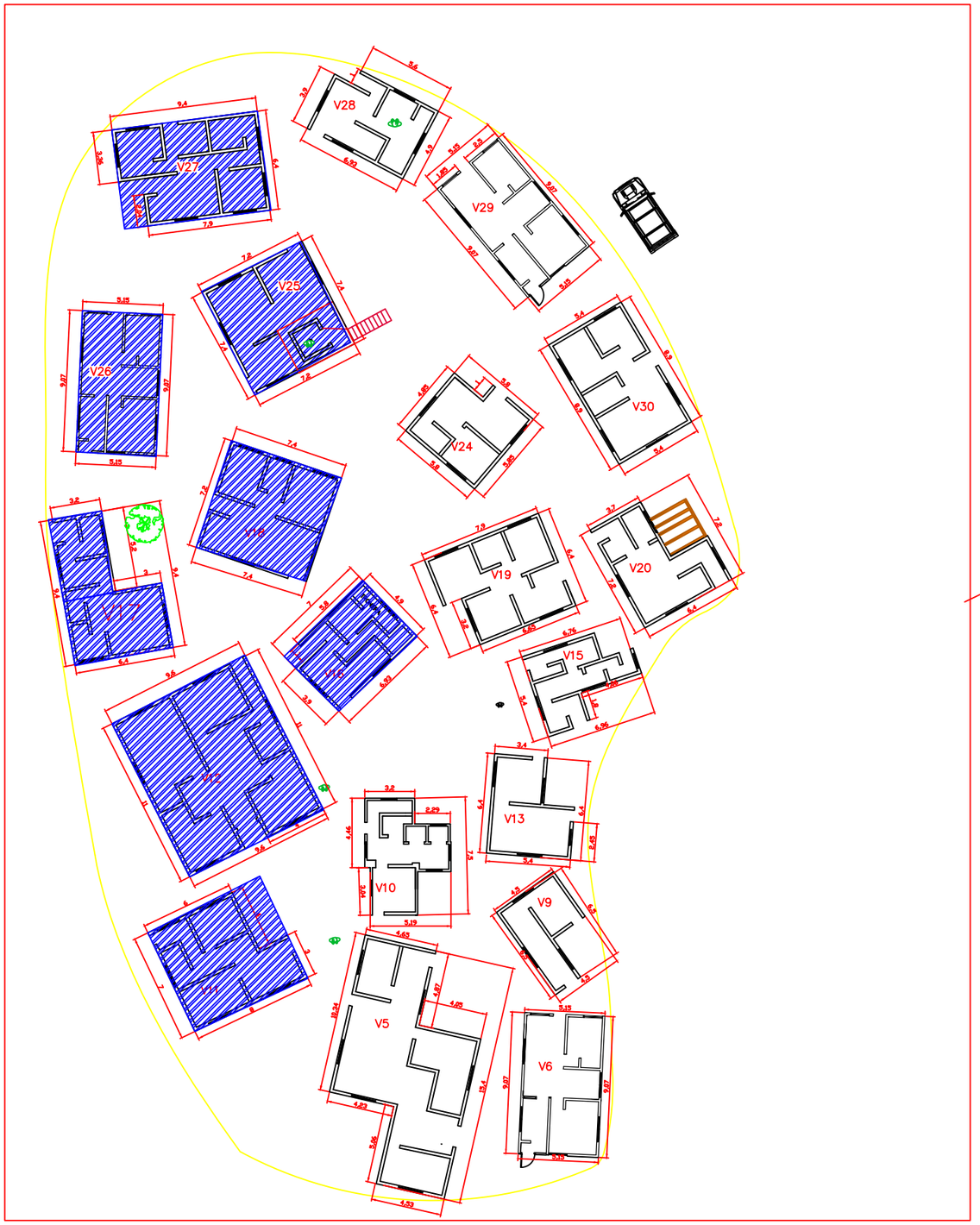


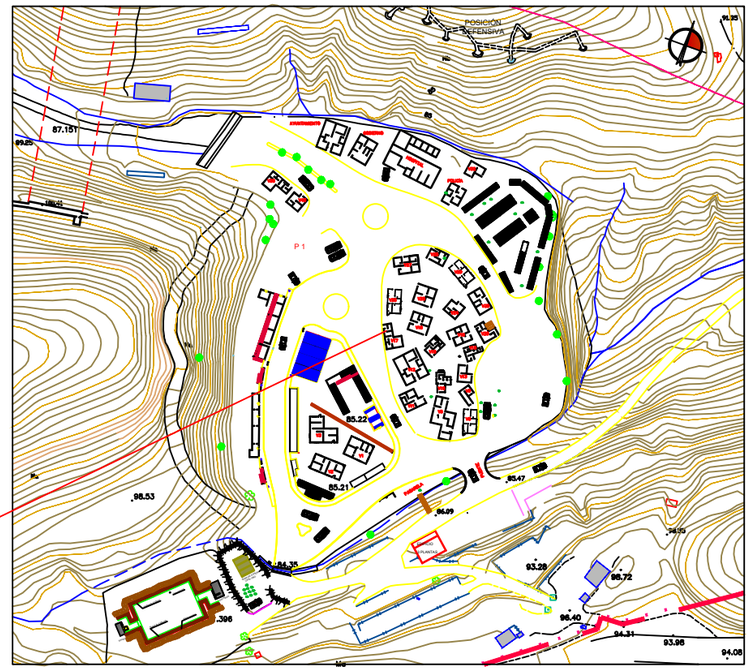
VIVIENDAS INCLUIDAS EN ESTA ZONA

V39 , V40

DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:500	FECHA:	Nº PLANO: 5

ZONA ZOCO





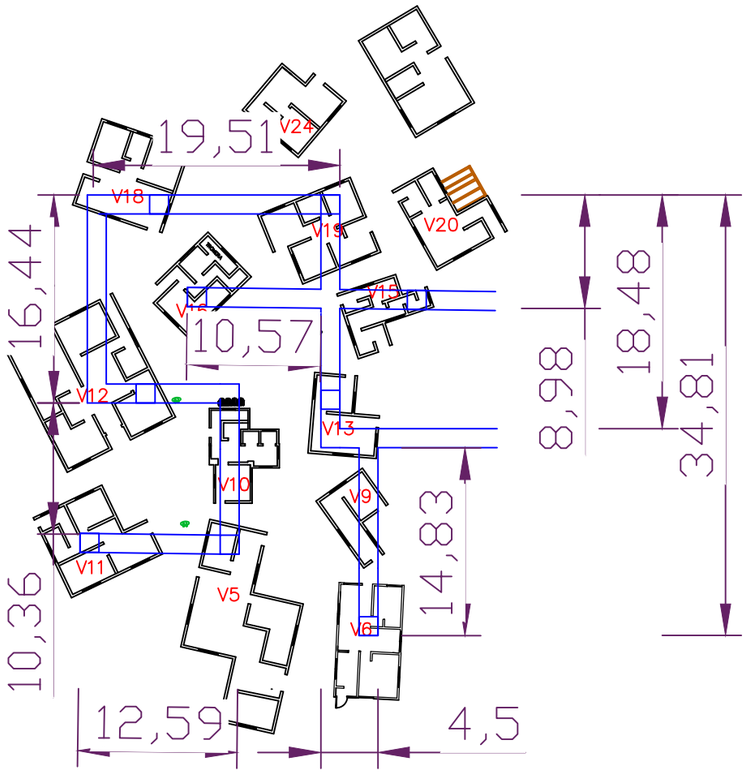
VIVIENDAS INCLUIDA EN ESTA ZONA

V5 , V6 , V9 , V10 , V11 ,
V12 , V13 , V15 , V16, V17,
V18 , V19 , V20 , V22, V23,
V24 , V25 , V26 , V27, V28,
V29 , V30

VIVIENDAS CON TECHADO

DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:500	FECHA:	Nº PLANO: 6

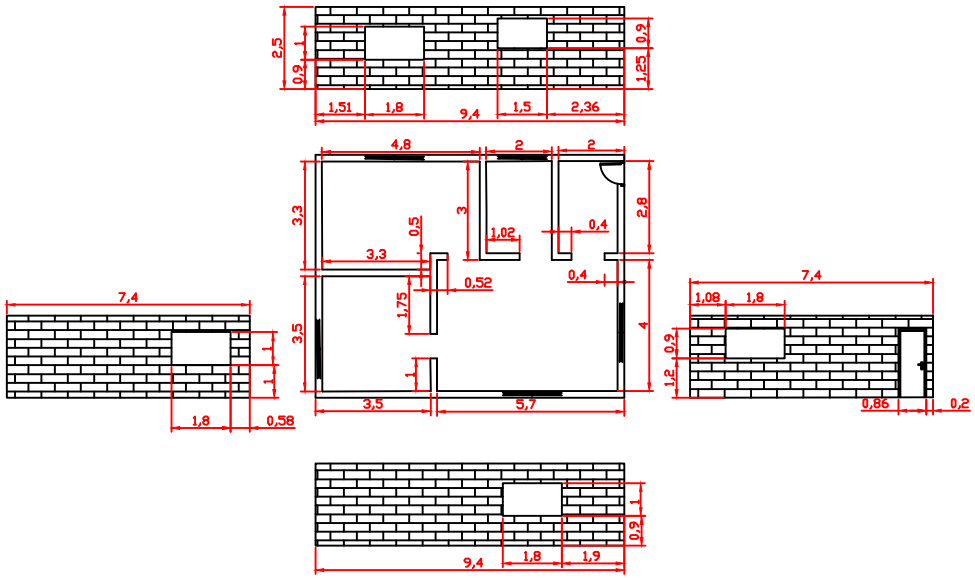
TÚNELES



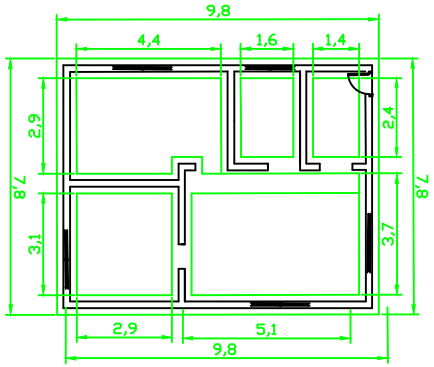
DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:1000	FECHA:	Nº PLANO: 7

DIMENSIONES VIVIENDA Nº1

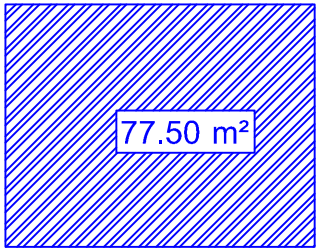
MEDIDAS VIVIENDA



MEDIDAS CIMENTACIÓN



SUPERFICIE VIVIENDA



CALCULO DE MATERIALES

Bloques R-3 40x20x20 cm. Hormigón .....1.300 bloques

Mallazo electrosordado 20x20x5 .....6 Mallazos

Hierro corrugado 500 / 10 de 12 mtrs.....33 barras (estribos)

Hierro corrugado 500 / 12 de 12 mtrs.....42 barros

M/3 Arena rubia..... .....

M/3 Arena cantera..... .....8m³

M/3 Grava.....16m³

M/3 Hormigón HA 25.....14m³ para cimientos y 8m³ para la loza, total 25m³

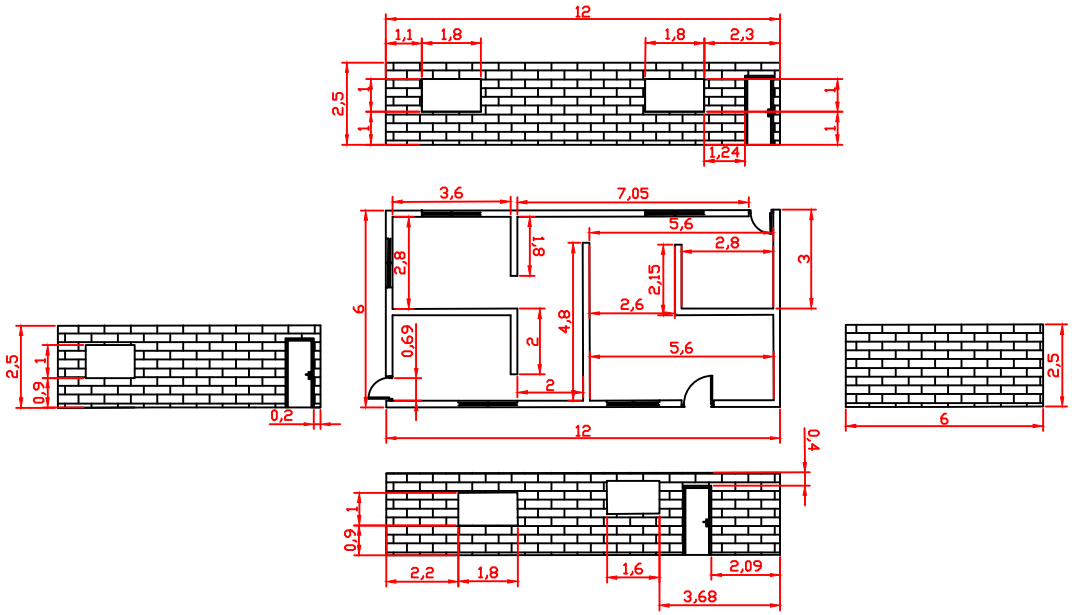
Saco cemento 35 kg II/A-V42.5.R ....60 sacos

Viga pretensada autorrresistenteT-18 M7 PT de 2m.....12 bigas

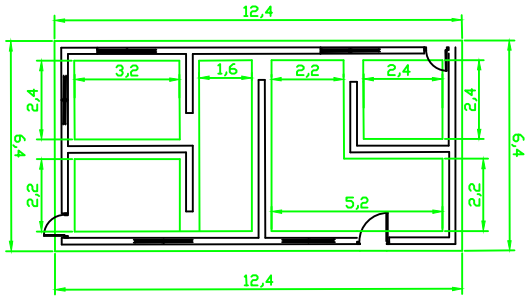
DIBUJADO: DIBUJADO	
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME	
	ESCALA: 1:200 / FECHA: / Nº PLANO: 8

DIMENSIONES VIVIENDA Nº2

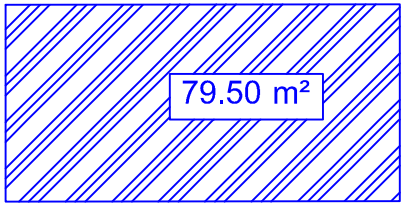
MEDIDAS VIVIENDA



MEDIDAS CIMENTACIÓN



SUPERFICIE VIVIENDA



CALCULO DE MATERIALES

Bloques R-3 40x20x20 cm. Hormigón .....1.404 bloques

Mallazo electrosordado 20x20x5 .....6 Mallazos

Hierro corrugado 500 / 10 de 12 mtrs.....33 barras (estribos)

Hierro corrugado 500 / 12 de 12 mtrs.....42 barros

M/3 Arena rubia..... .....

M/3 Arena cantera..... .....8m³

M/3 Grava.....16m³

M/3 Hormigón HA 25.....14m³ para cimientos y 8m³ para la loza, total 25m³

Saco cemento 35 kg II/A-V42.5.R ....60 sacos

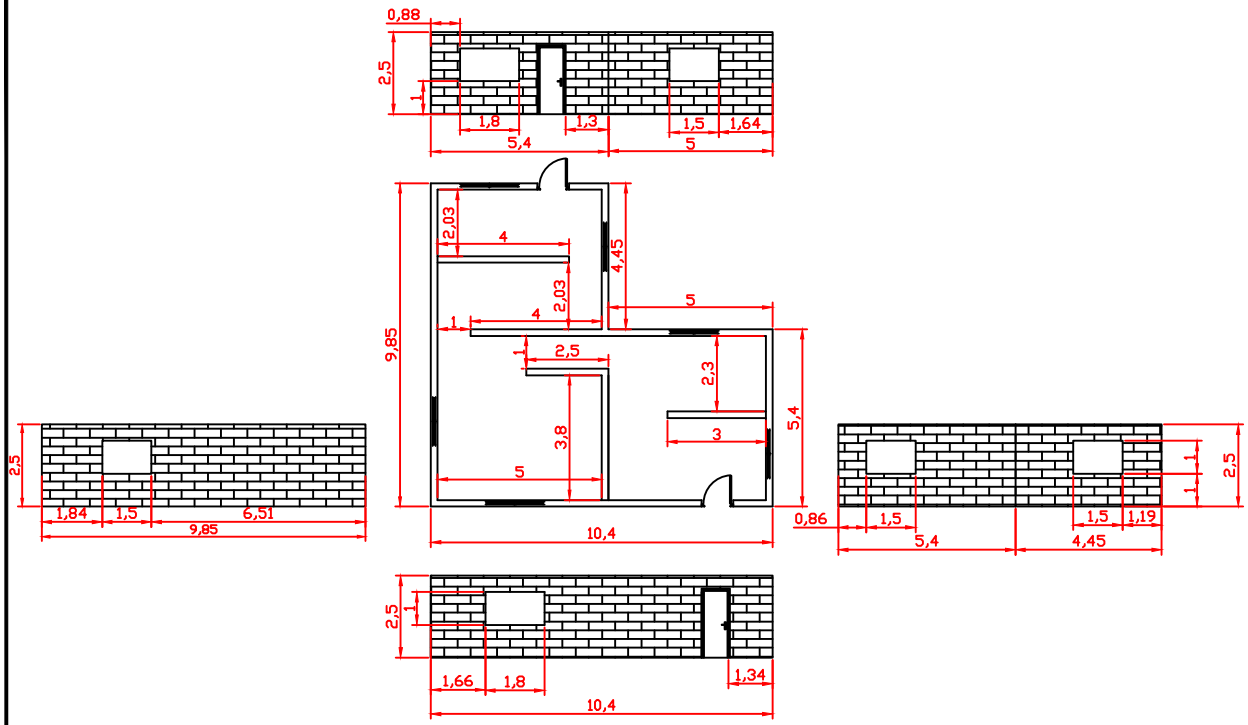
Viga pretensada autorrresistenteT-18 M7 PT de 2m.....16 bigas

DIBUJADO: DIBUJADO	
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME	

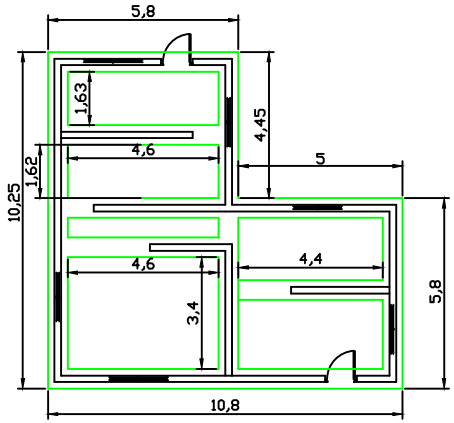
ESCALA:	FECHA:	Nº PLANO:
1:200		9

DIMENSIONES VIVIENDA Nº3

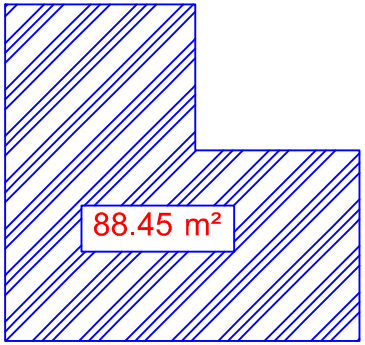
MEDIDAS VIVIENDA



MEDIDAS CIMENTACIÓN



SUPERFICIE VIVIENDA



CALCULO DE MATERIALES

Bloques R-3 40x20x20 cm. Hormigón .....1.740 bloques

Mallazo electrosordado 20x20x5 .....7 Mallazos

Hierro corrugado 500 / 10 de 12 mtrs.....34 barras (estribos)

Hierro corrugado 500 / 12 de 12 mtrs.....40 barros

M/3 Arena rubia..... .....

M/3 Arena cantera..... .....8m³

M/3 Grava.....18m³

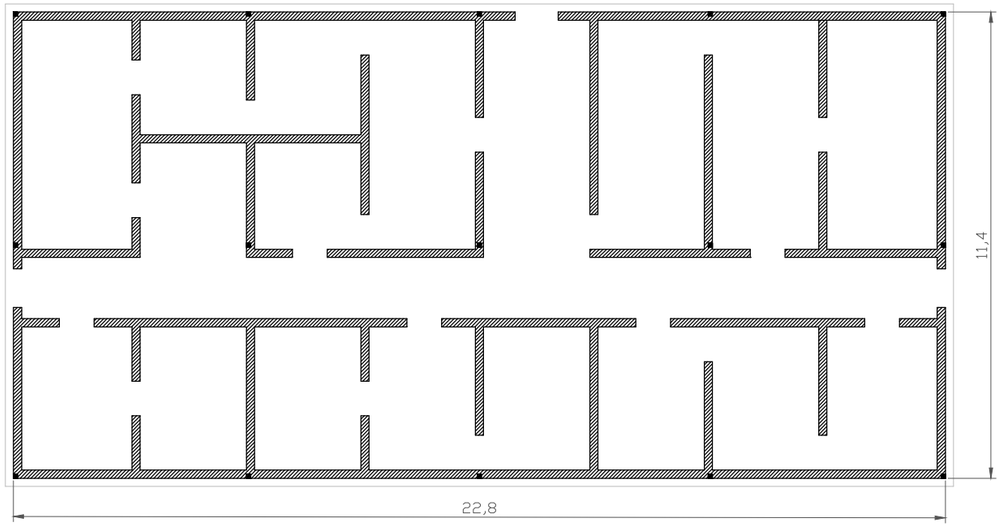
M/3 Hormigón HA 25.....15m³ para cimientos y 10m³ para la loza, total 25m³

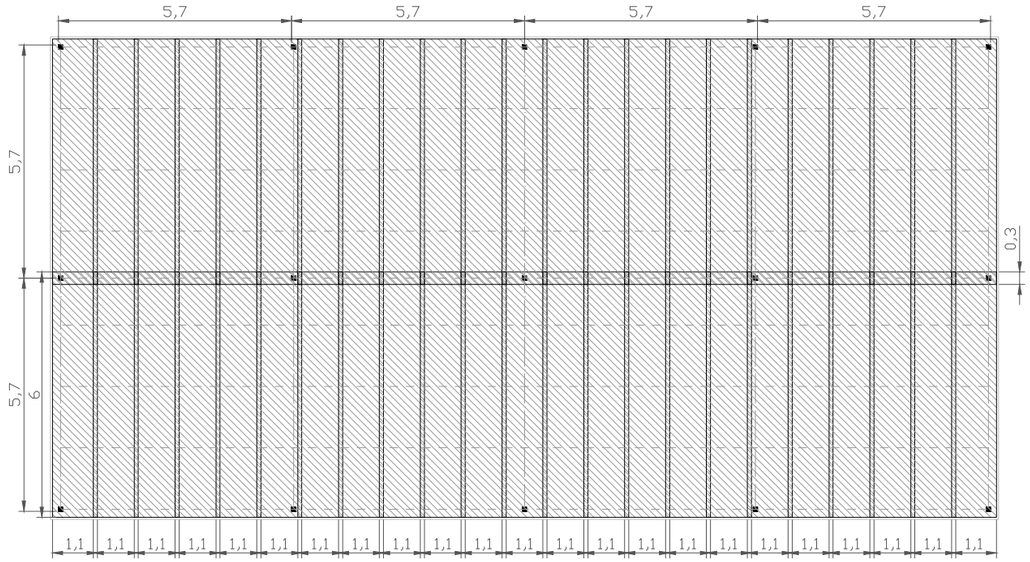
Saco cemento 35 kg II/A-V42.5.R ....60 sacos

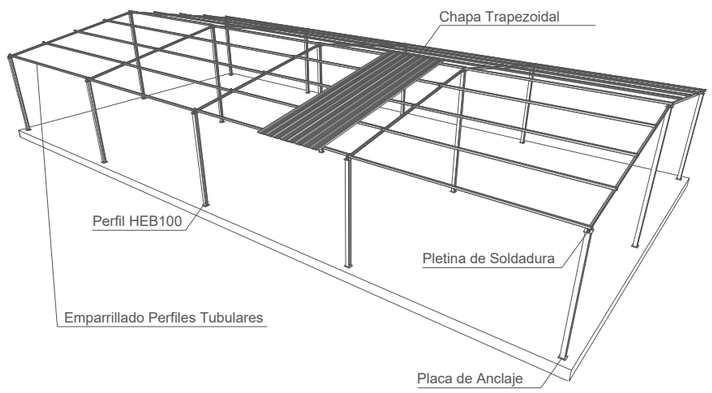
Viga pretensada autorrresistenteT-18 M7 PT de 2m.....16 bigas

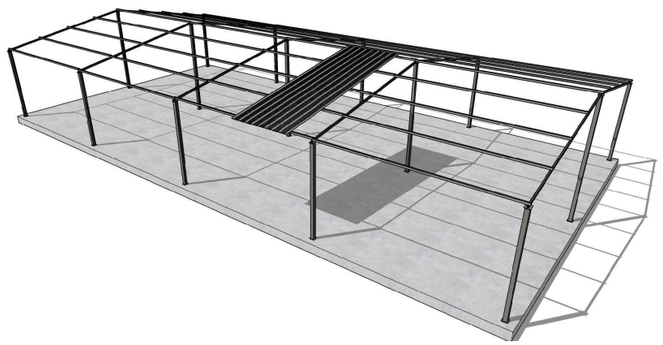
DIBUJADO: DIBUJADO	
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME	
ESCALA: 1:200	FECHA: / Nº PLANO: 10

TECHADO VIVIENDA TIPO

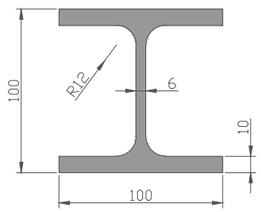




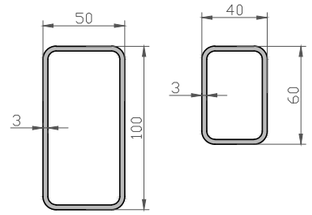




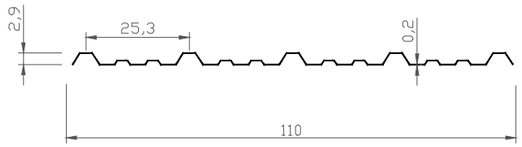
PERFIL HEB100
cotas en mm



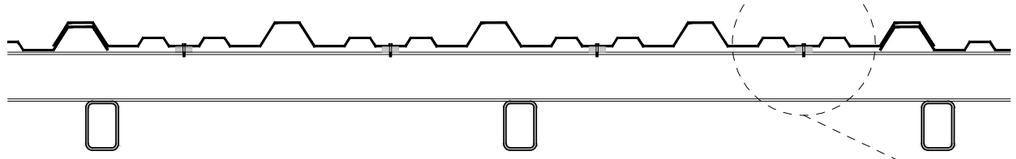
PERFIL TUBULAR
100x50x3mm
60x40x3mm
cotas en mm

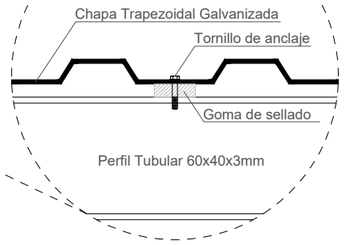


CHAPA TRAPEZOIDAL GALVANIZADA
cotas en cm



DETALLE DE ANCLAJE CHAPA TRAPEZOIDAL CON PERFILERÍA METÁLICA





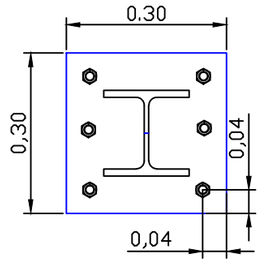
CÁLCULO DE MATERIALES

Pilar HEB100	**15 unidades**
Placa de anclaje	**15 unidades (150x150x10mm)**
Pletina de soldadura	**15 unidades (120x120x10mm)**
Perfil Tubular 100x50x3mm	**10 barras (6m)**
Perfil Tubular 60x40x3mm	**36 barras (6m)**
Chapa trapezoidal galvanizada	**46 unidades (6x1,1m)**

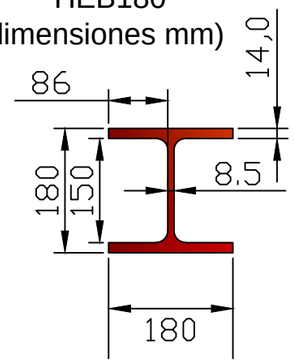
DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:200	FECHA:	Nº PLANO: 11

DETALLES PILARES TECHOS VIVIENDAS

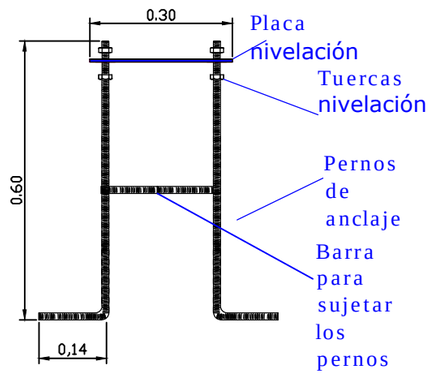
Placa
nivelación



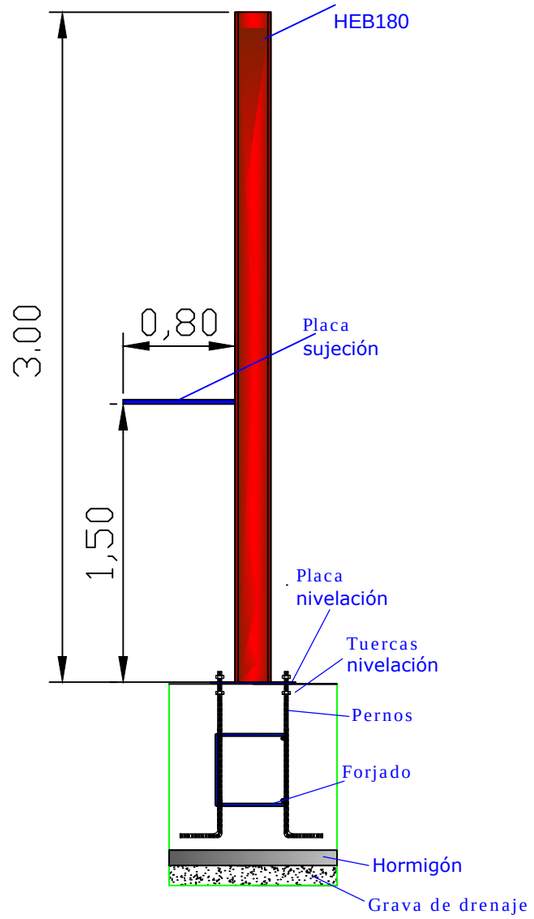
PERFIL
HEB180
(dimensiones mm)



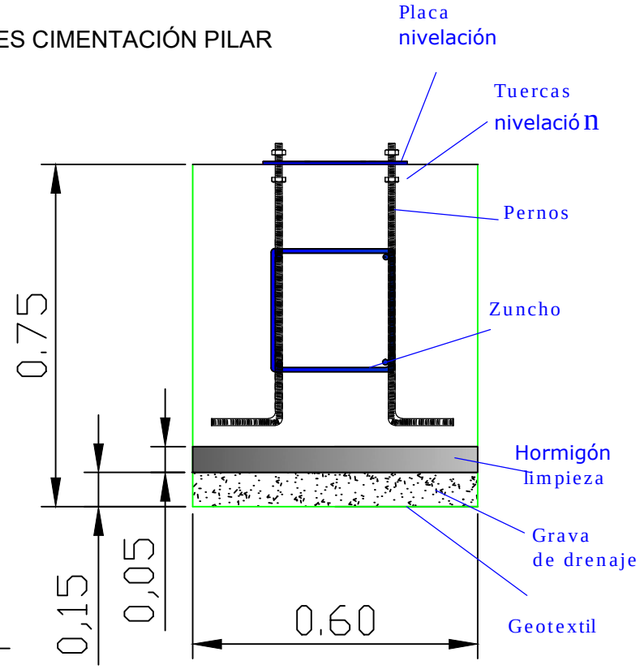
DETALLES PLACA
NIVELACIÓN PILAR

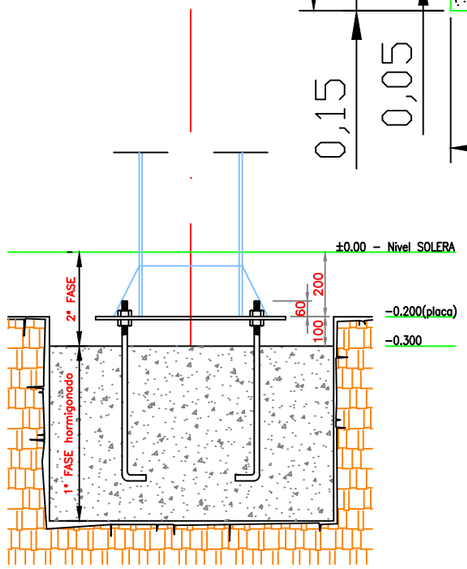


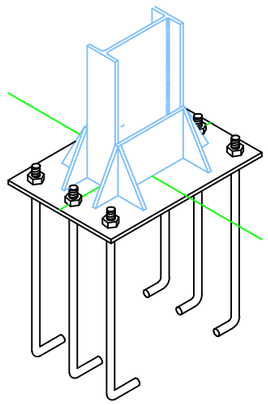
DETALLES PILAR



DETALLES CIMENTACIÓN PILAR



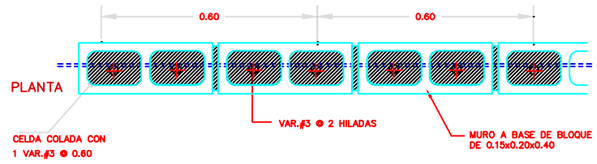


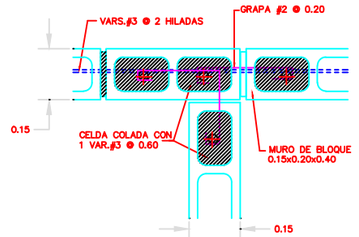


DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA:	FECHA:	Nº PLANO: 12

DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LAS PAREDES

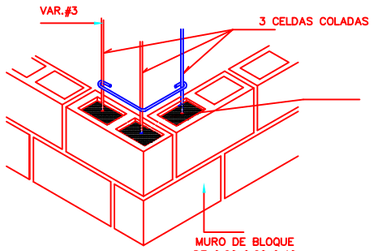
DETALLES DE LAS PAREDES INTERIORES



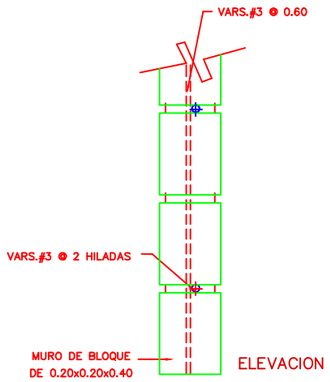


DETALLE DE UNION DE MUROS PERPENDICULARES

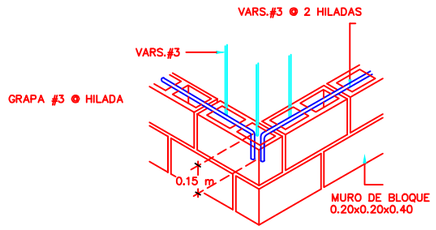
MURO DE FABRICA DE BLOQUES



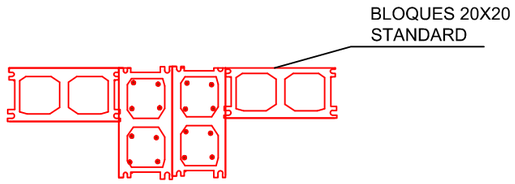
DETALLE DE UNION
DE ESQUINA

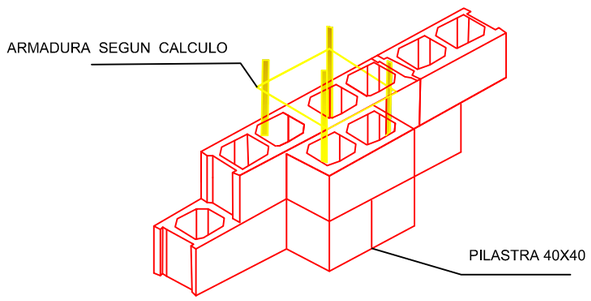


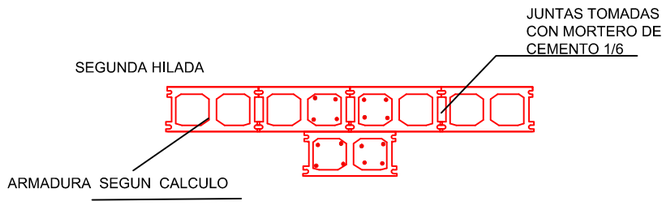
ELEVACION



DETALLE ANCLAJE DE
VARILLAS LONGITUDINALES

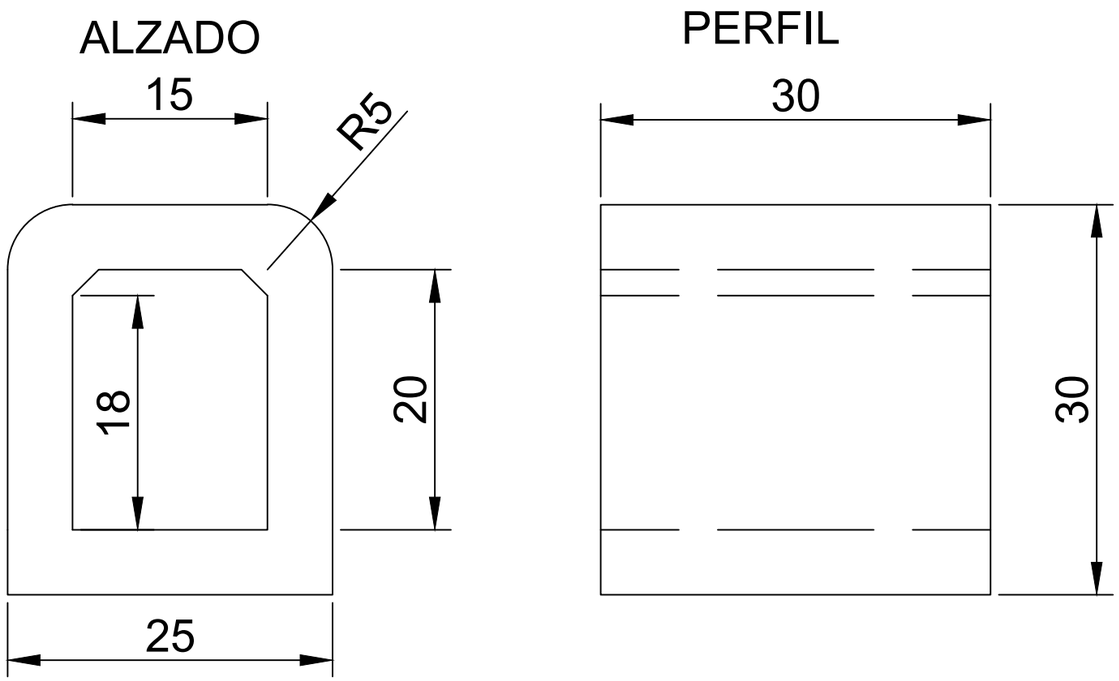


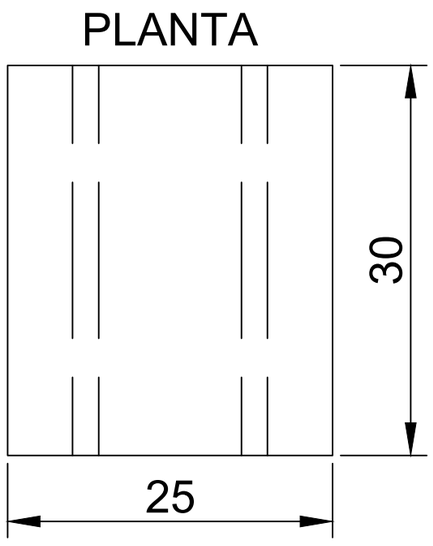




DIBUJADO: ---			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ---	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: ---			
	ESCALA:	FECHA:	Nº PLANO: 13

DETALLE TUNEL





DIBUJADO: DIBUJADO			
EL ENCARGADO DE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO: ENCARGADO_DE_LA_REDACCIÓN	OBSERVACIONES:		
EXAMINADO Y CONFORME: EXAMINADO_Y_CONFORME			
	ESCALA: 1:5	FECHA:	Nº PLANO: 14

ANEXO D: PPT (Pliego de prescripciones técnicas).

Objeto.

En el presente Pliego se muestran las Prescripciones Técnicas Particulares que regirán en la contratación del suministro y transporte de diversos materiales necesarios para la construcción del Polígono de Combate en Población.

Áridos para hormigón y mortero.

Los áridos suministrados deberán cumplir las siguientes prescripciones técnicas.

Definición

Los áridos usados para morteros y hormigones son materiales granulares inorgánicos de tamaño variable.

Son de naturaleza inerte y no deben actuar químicamente frente a los componentes del cemento frente a agentes externos (aire, agua, hielo, etc.). Sin embargo, influyen de forma determinante en las propiedades físicas del mortero cuando se unen a un conglomerante.

No son aceptables áridos que contengan sulfuros oxidables, silicatos inestables o componentes de hierro igualmente inestables.

Materiales

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

El tamaño máximo del árido será de 20 mm.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones

que se indican en el Artículo 28 de la **EHE-08**. (Instrucción de Hormigón Estructural) hasta la recepción de éstos.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

No podrán suministrarse áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

Zahorra artificial.

Definición

Se define como zahorra artificial el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme, constituido por partículas total o parcialmente trituradas.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE; en particular, en lo

referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9. Independientemente de lo anterior, se estará en todo caso, además, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Cemento.

Definición

Se incluye en este Artículo el cemento suministrado en sacos de 35 kg.

Materiales

El tipo de cemento a suministrar será:

• Cemento compuesto tipo CEM II, de clase resistente 32,5 también se admitirá superior.

Para la recepción del cemento en obra habrá de cumplir los siguientes requisitos:

a) Se suministrará empaquetado sobre palets, en sacos de 35 kg.

b) Deberán ir provistos del marcado CE y de todos los datos exigidos por la Instrucción para la Recepción de Cementos, RC-03, y la norma UNE- EN 197-1.

Madera de encofrar.

Definición

Se incluye en este Artículo la madera destinada al encofrado de hormigón.

Materiales

El tipo de madera a suministrar será:

• Tablones de madera de pino, de 26 mm de espesor, 30 cm de anchura y longitudes entre 2 y 3 metros.

Para la recepción de la madera en obra habrán de cumplir los siguientes requisitos:
Se suministrarán empaquetadas sobre palets.

Aceros para Hormigón.

Definición

Se define como armaduras de acero a emplear en hormigón al conjunto de barras de acero que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

Materiales

Las armaduras de acero cumplirán lo establecido en los Artículos correspondientes de la norma EHE-08 en cuanto a especificación de material y control de calidad.
El acero utilizado para las armaduras del hormigón armado será del tipo B-400 S., según planos.
El nivel de control de acero será en todos los casos normal.

Bloques de hormigón.

Definición

Se incluye en este Artículo los bloques suministrados en palets de 50 unidades.

Materiales

Los bloques de hormigón podrán ser de dos tipos: Bloques estructurales y de cerramiento; ambos cumplirán con lo especificado en la norma europea UNE EN 771-3:2011 y estarán en posesión del marcado CE.

Los bloques suministrados por el Contratista serán de calidad reconocida en el mercado, del tipo y dimensiones solicitadas y deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Resistencia a compresión media (Kg/cm2):
  Bloques estructurales > 80
  Bloques cerramiento > 60
  Bloques división > 40

- Absorción máxima (% en peso):

Densidad de hormigón	Cara vista	A revestir
DM > 2000 Kg/cm2	< 8 %	----
DM > 1900 Kg/cm2	----	< 10 %

- Aislamiento acústico (e = espesor bloque) Bloque a cara vista y a revestir

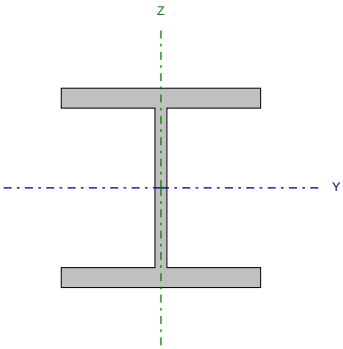
  e = 15 cm > 45 dB

  e = 20 cm > 45 dB
- Resistencia térmica según norma EN 1745
- Reacción al fuego : RF 120

ANEXO E: Cálculos.

Barra N6/N7

Perfil: HE 100 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N6	N7	2.500	26.00	449.50	167.30	9.33

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.66	1.00	0.00
L_K	0.000	1.643	2.500	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.6	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 75.5	η = 0.9	x: 0 m η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.0	η < 0.1	η = 0.4	η = 0.1	x: 0 m η = 4.2	CUMPLE h = 77.0

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

`l : 0.46 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — A : 26.00 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — N_{cr} : 351.815 t

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 351.815 t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: 372.896 t

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — I_y : 449.50 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : 167.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : 9.33 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — I_w : 3380.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. — E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — G : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — L_{ky} : 1.643 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — L_{kz} : 0.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — L_{kt} : 2.500 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — i_0 : 4.87 cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. — i_y : 4.16 cm; i_z : 2.54 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. — y_0 : 0.00 mm; z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

13.33 £ 158.72 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	80.00	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	6.00	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	4.80	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	10.00	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	0.30	
E: Módulo de elasticidad.	E :	2140673	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	2803.26	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.016 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 1.090 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 69.414 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 26.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.017 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.020 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 1.192 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}} = A \cdot f_{yd}$ — $N_{c,Rd}$: 69.414 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — A : 26.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ — $N_{b,Rd}$: 60.724 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — A : 26.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — g_{M1} : 1.05

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

c_y : 0.90

c_T : 0.87

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

f_y : 0.65

f_T : 0.66

a: Coeficiente de imperfección elástica.

a_y : 0.34

a_T : 0.49

`l: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

`l_y : 0.46

`l_T : 0.44

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : 351.815 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 351.815 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: 372.896 t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.056 ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ h : 0.062 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 0.149 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.156 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{c,Rd}$: 2.782 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 104.20 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M^{+}_{b,Rd}} = \chi_{LT} \cdot W^{+}_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}^{+}$: 2.425 t·m

$$\mathbf{M^{-}_{b,Rd}} = \chi_{LT} \cdot W^{-}_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}^{-}$: 2.782 t·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 104.20 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M1} : 1.05

c_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ c_{LT}^{+} : 0.87 c_{LT}^{-} : 1.00

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ f_{LT}^{+} : 0.76 f_{LT}^{-} : 0.00

a_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. a_{LT} : 0.21

`l_{LT}: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}^{+}_{LT} = \sqrt{\frac{W^{+}_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ `l_{LT}^{+} : 0.65

$$\bar{\lambda}^{-}_{LT} = \sqrt{\frac{W^{-}_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ `l_{LT}^{-} : 0.00

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^{+} : 7.005 t·m

M_{cr}^- : ∞

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$\mathbf{M_{cr}} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTv}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTv}} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

M_{LTv}^+ : 6.601 t·m

M_{LTv}^- : ∞

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTw}} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

M_{LTw}^+ : 2.346 t·m

M_{LTw}^- : ∞

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. — $W_{el,y}$: 89.90 cm³

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : 167.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : 9.33 cm4

E: Módulo de elasticidad. — E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — G : 825688 kp/cm²

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. — L_c^+ : 2.500 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. — L_c^- : 0.000 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. — $i_{f,z}^+$: 2.78 cm; $i_{f,z}^-$: 2.78 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.755 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 1.037 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Q+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 0.825 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 1.373 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 51.42 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.009 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.119 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 13.873 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 9.00 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 26.00 cm²

b: Ancho de la sección. b : 100.00 mm

t_f: Espesor del ala. t_f : 10.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 6.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

9.33 < 64.71 ✓

Donde:

l_w: Esbeltez del alma. l_w : 9.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$: 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.042 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.357 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 32.678 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 21.20 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 26.00 cm²

d: Altura del alma. d : 80.00 mm

t_w: Espesor del alma. t_w : 6.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

0.119 t ≤ 6.936 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.119 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 13.873 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

1.357 t ≤ 16.339 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.357 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 32.678 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.770 ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.755 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — $N_{t,Ed}$: 0.891 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{-}$: 0.006 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 1.037 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — $N_{pl,Rd}$: 69.414 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: 2.782 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 1.373 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — $M_{ef,Ed}$: 0.000 t·m

$$\mathbf{M_{ef,Ed}} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$s_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida. — $s_{com,Ed}$: 0.00 kp/cm²

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A} < 0 \rightarrow \sigma_{com,Ed} = 0$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y. — $W_{y,com}$: 104.20 cm³

A: Área de la sección bruta. — A : 26.00 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo. — $M_{b,Rd,y}$: 2.782 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

1.357 t ≤ 16.330 t ✓

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $V_{Ed,y}$: 1.357 t

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd,y}$: 32.660 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.001 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: 0.144 t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 9.33 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.012 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 13.865 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 13.873 t

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 2.10 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 9.33 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.042 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.357 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 32.660 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 32.678 t

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$: 2.10 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 9.33 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

g_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. g_{M0} : 1.05

ÍNDICE

1. RESULTADOS

1.1. Barras

1.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_yV_y	
N1/N2	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.2	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 11.2	x: 0 m η = 37.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 47.7	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	CUMPLE h = 47.7
N3/N4	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.2	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 12.3	x: 0 m η = 37.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 47.7	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	CUMPLE h = 47.7
N2/N5	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.1	x: 0 m η = 1.4	x: 5.787 m η = 40.1	x: 0 m η = 9.7	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 40.5	η < 0.1	η = 0.2	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	CUMPLE h = 40.5
N4/N5	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.1	x: 0 m η = 1.4	x: 5.787 m η = 40.1	x: 0 m η = 9.7	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 40.5	η < 0.1	η = 0.2	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	CUMPLE h = 40.5
N6/N7	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.6	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 75.5	η = 0.9	x: 0 m η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.0	η < 0.1	η = 0.4	η = 0.1	x: 0 m η = 4.2	CUMPLE h = 77.0
N8/N9	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.6	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 6.4	x: 0 m η = 75.5	η = 0.9	x: 0 m η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.0	η < 0.1	η = 0.4	η = 0.1	x: 0 m η = 4.2	CUMPLE h = 77.0
N7/N10	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.8	x: 0 m η = 2.4	x: 5.787 m η = 58.0	x: 0 m η = 4.4	x: 5.787 m η = 9.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 59.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 59.1
N9/N10	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.8	x: 0 m η = 2.4	x: 5.787 m η = 58.0	x: 0 m η = 4.4	x: 5.787 m η = 9.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 59.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 59.1
N11/N12	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.4	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 79.3	η = 0.8	x: 0 m η = 4.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 80.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 80.8
N13/N14	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.4	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 79.3	η = 0.8	x: 0 m η = 4.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 80.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 80.8
N12/N15	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.4	x: 0 m η = 2.3	x: 5.787 m η = 58.0	x: 5.787 m η = 2.7	x: 5.787 m η = 9.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 57.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 58.0
N14/N15	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.4	x: 0 m η = 2.3	x: 5.787 m η = 58.0	x: 5.787 m η = 2.7	x: 5.787 m η = 9.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 57.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 58.0
N16/N17	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.4	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 79.3	η = 0.8	x: 0 m η = 4.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 80.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 80.8
N18/N19	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.4	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 79.3	η = 0.8	x: 0 m η = 4.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 80.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 80.8
N17/N20	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.4	x: 0 m η = 2.3	x: 5.787 m η = 58.0	x: 5.787 m η = 2.7	x: 5.787 m η = 9.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 57.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 58.0
N19/N20	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.4	x: 0 m η = 2.3	x: 5.787 m η = 58.0	x: 5.787 m η = 2.7	x: 5.787 m η = 9.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 57.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 58.0
N21/N22	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.6	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 6.4	x: 0 m η = 75.5	η = 0.9	x: 0 m η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.0	η < 0.1	η = 0.4	η = 0.1	x: 0 m η = 4.2	CUMPLE h = 77.0
N23/N24	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.6	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 75.5	η = 0.9	x: 0 m η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 77.0	η < 0.1	η = 0.4	η = 0.1	x: 0 m η = 4.2	CUMPLE h = 77.0
N22/N25	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.8	x: 0 m η = 2.4	x: 5.787 m η = 58.0	x: 0 m η = 4.4	x: 5.787 m η = 9.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 59.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 59.1
N24/N25	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.8	x: 0 m η = 2.4	x: 5.787 m η = 58.0	x: 0 m η = 4.4	x: 5.787 m η = 9.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 59.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 59.1
N26/N27	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.2	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 12.3	x: 0 m η = 37.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 47.7	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	CUMPLE h = 47.7
N28/N29	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.5 m η = 1.2	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 11.2	x: 0 m η = 37.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 47.7	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 0 m η = 2.1	CUMPLE h = 47.7
N27/N30	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.1	x: 0 m η = 1.4	x: 5.787 m η = 40.1	x: 0 m η = 9.7	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 40.5	η < 0.1	η = 0.2	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	CUMPLE h = 40.5
N29/N30	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.787 m η = 1.1	x: 0 m η = 1.4	x: 5.787 m η = 40.1	x: 0 m η = 9.7	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.787 m η = 40.5	η < 0.1	η = 0.2	x: 5.787 m η = 6.4	x: 0 m η = 0.3	CUMPLE h = 40.5
N2/N7	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.3	x: 5.7 m η = 3.2	x: 0 m η = 4.1	x: 5.7 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.7 m η = 6.7	η < 0.1	η = 0.9	x: 5.7 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE h = 6.7
N7/N12	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.9	x: 0 m η = 3.2	x: 0 m η = 2.2	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 4.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	CUMPLE h = 4.8
N12/N17	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.5	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 0.7	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 3.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 3.7
N17/N22	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.9	x: 5.7 m η = 3.2	x: 5.7 m η = 2.2	x: 5.7 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.7 m η = 4.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 5.7 m η = 0.7	η < 0.1	CUMPLE h = 4.8
N22/N27	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.3	x: 0 m η = 3.2	x: 5.7 m η = 4.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 6.7	η < 0.1	η = 0.9	x: 0 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE h = 6.7
N4/N9	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.3	x: 5.7 m η = 3.2	x: 0 m η = 4.1	x: 5.7 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.7 m η = 6.7	η < 0.1	η = 0.9	x: 5.7 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE h = 6.7
N9/N14	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.9	x: 0 m η = 3.2	x: 0 m η = 2.2	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 4.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	CUMPLE h = 4.8
N14/N19	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.5	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 0.7	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 3.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 3.7
N19/N24	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 0.9	x: 5.7 m η = 3.2	x: 5.7 m η = 2.2	x: 5.7 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.7 m η = 4.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 5.7 m η = 0.7	η < 0.1	CUMPLE h = 4.8
N24/N29	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.4	η = 1.3	x: 0 m η = 3.2	x: 5.7 m η = 4.1	x: 0 m η = 0.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 6.7	η < 0.1	η = 0.9	x: 0 m η = 0.9	η = 0.1	CUMPLE h = 6.7
N31/N5	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.5 m η = 2.0	x: 0 m η = 5.5	x: 3.5 m η = 25.9	x: 0 m η = 53.4	η = 2.9	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 70.4	η < 0.1	η = 0.2	η = 2.9	x: 0 m η = 3.2	CUMPLE h = 70.4
N32/N30	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.5 m η = 2.0	x: 0 m η = 5.5	x: 3.5 m η = 25.9	x: 0 m η = 53.4	η = 2.9	x: 0 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 70.4	η < 0.1	η = 0.2	η = 2.9	x: 0 m η = 3.2	CUMPLE h = 70.4
N5/N10	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 2.5	x: 0 m η = 6.5	x: 5.7 m η = 5.0	x: 5.7 m η = 1.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 12.1	η < 0.1	η = 0.7	x: 5.7 m η = 1.3	η = 0.1	CUMPLE h = 12.1
N10/N15	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 1.7	x: 0 m η = 5.5	x: 0 m η = 1.5	x: 5.7 m η = 1.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 5.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 5.8
N15/N20	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 0.9	x: 0 m η = 4.2	η = 0.1	x: 0 m η = 0.9	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	η < 0.1	N.P.(4)	x: 0 m η = 4.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 4.6
N20/N25	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 1.7	x: 5.7 m η = 5.5	x: 5.7 m η = 1.5	x: 0 m η = 1.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.7 m η = 5.8	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 5.8
N25/N30	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.7	η = 2.5	x: 5.7 m η = 6.5	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 1.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.7 m η = 12.1	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 1.3	η = 0.1	CUMPLE h = 12.1
N33/N10	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.5 m η = 3.0	x: 0 m η = 10.0	x: 0 m η = 12.4	x: 3.5 m η = 60.3	η = 1.3	η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.5 m η = 68.7	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.2	η = 1.3	CUMPLE h = 68.7
N34/N15	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.5 m η = 2.8	x: 0 m η = 9.8	x: 0 m η = 13.1	x: 3.5 m η = 65.0	η = 1.5	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.5 m η = 71.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 71.1
N35/N20	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.5 m η = 2.8	x: 0 m η = 9.8	x: 0 m η = 13.1	x: 3.5 m η = 65.0	η = 1.5	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.5 m η = 71.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE h = 71.1
N36/N25	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.5 m η = 3.0	x: 0 m η = 10.0	x: 0 m η = 12.4	x: 3.5 m η = 60.3	η = 1.3	η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.5 m η = 68.7	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.2	η = 1.3	CUMPLE h = 68.7

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{w}	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:

- *`l: Limitación de esbeltez*
- *l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*
- *N_t: Resistencia a tracción*
- *N_c: Resistencia a compresión*
- *M_Y: Resistencia a flexión eje Y*
- *M_Z: Resistencia a flexión eje Z*
- *V_Z: Resistencia a corte Z*
- *V_Y: Resistencia a corte Y*
- *M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
- *M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
- *NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados*
- *$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
- *M_t: Resistencia a torsión*
- *M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
- *M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *h: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
- *(2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

ANEXO F: Presupuesto.

POLÍGONO DE COMBATE EN POBLACIÓN "EL SERRALLO"				
MATERIALES	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**PRECIO UNITAIRO**	**TOTAL**
PERFIL TUBULAR ACERO GALVANIZADO 100x50x30 mm	202	UD	11,09	2240,18
PLANCHA TRAMEX 3x1	12	UD	89,71	1076,52
CHAPA GALVANIZADA TECHO	80	UD	67,42	5393,6
PASAMANOS PERFIL TUBULAR	32	UD	7,19	230,08
PUERTA GALVANIZADA DE 80	148	UD	52	7696
PERFIL TUBULAR ACERO GALVANIZADO 60x40x30	144	UD	4,99	718,56
PERFIL HEB100	246	UD	29,4	7232,4
VENTANAS PRACTICABLES	64	UD	40,63	2600,32
BLOQUE LISO 40x20x20 GRIS	120.000	UD	0,95	114.000
DINTEL HORMIGÓN 40x20x20	1.600	UD	1,1	1760
BORDILLO PREFABRICADO DE 100	90	UD	4	360
AF-T-0/4-G ALBAÑILERÍA	95	M3	17,33	1646,35
SACO CEMENTO II/A-S 42,5 N/SRC 35KG	3500	UD	3,85	13.475
ARENA 0,4mm	125	M3	17,89	2.166,25
ARMADURA MALLAZO	250	UD	3,78	945
SOPORTE PARA PILAR 25*25	148	UD	10,5	1554
HORMIGÓN HA25/II	130	M3	93,6	12.168
AG-T-12/20-G GRAVILLA	30	M3	20,17	605,1
SEPARADOR HA PARA MALLAZO	720	UD	2,5	1800
VIGAS MADERA 10X10X300 NIVELACIÓN	49	UD	4,2	205,8
MADERA PINO ENCOFRAR	20	UD	155,01	3.100,20
PUNTAS 20X100	150	UD	2,13	319,5
ALAMBRE DE ATAR 1,30 MM	6	KG	2,75	16,5
ZAHORRA ARTIFICIAL	446	M3	15,77	7033,42
MOLDE TUNEL	68	UD	309,45	21.042,60
RESINA BOTES	20	UD	7	140
YESO	80	UD	5	400
HILOS 50 M	100	UD	1,26	126
CEMENTO RÁPIDO	886	UD	12,2	10.809,20

TOTAL:	220860,58

ANEXO G: Consumo combustible.

	L/KM	L/HORA	KILOMETROS	HORAS	VEHICULOS	CONSUMO (L)
NISSAN ML-6	0,14	0	800	0	2	224
VAMTAC	0,21	0	800	0	1	168
CAMIÓN VOLQUETE	0,55	0	520	0	1	286
CAMION 10 TM	0,55	0	630	0	1	346,5
RETROEXCAVADOR A JCB	0	20		200	1	4000
MINIMAQUINA	0	15		500	2	15000
RODILLO ATLAS	0	10		140	1	1400
MOTONIVELADORA		8		150	1	1200
	TOTAL LITROS					22.625

ANEXO H: Gestión de Riesgos.

Análisis de riesgos

Evaluación de riesgos

ID	Descripción riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Status
1	Caída de personas a distinto nivel.	Accidente dentro de la obra	H	2	2H	Accidente laboral, daños humanos.	Empleo de un arnés de seguridad	Closed
2	Caida de personas al mismo nivel.	Accidente dentro de la obra	L	2	2L	Accidente laboral, daños humanos.	Grupo de trabajo mínimo de 2 personas y uso obligatorio del equipo de protección individual	Closed
3	Caída de objetos por manipulación o desplome.	Accidente dentro de la obra	H	1	1H	Posibles daños humanos y materiales.	Correcto acopio del material y almacenamiento, control al manipular dicho material	Closed
4	Atropellos de personal.	Accidente dentro de la obra	M	1	1M	Accidente laboral, daños humanos.	Se prohibe trabajar en las zonas de tránsito de las piezas o vehículos y debida señalización	Closed
5	Contactos eléctricos.	Accidente dentro de la obra	M	1	1M	Posibles daños humanos y materiales.	Equipo de protección individual al manejo de máquinas	Closed
6	Golpes o cortes por manejo de herramientas.	Accidente dentro de la obra	M	3	3M	Accidente laboral, daños humanos.	Equipo de protección individual al manejo de máquinas	Closed
7	Vuelco de algún vehículo.	Accidente dentro de la obra	M	1	1M	Posibles daños humanos y materiales.	Los operadores deberan estar debidamente acreditados e instruidos	Closed
8	Atrapamientos.	Accidente dentro de la obra	M	1	1M	Accidente laboral, daños humanos.	Todas las maniobras serán dirigidas por un especialista, ninguna máquina opera sola	Closed
9	Desplome de la estructura en el montaje.	Fallo estructural	H	1	1H	Posibles daños humanos y materiales.	Supervisión constante del avance de la obra y de posibles problemas	Closed
10	Retrasos en la entrega de material.	Fallo logístico	L	2	2L	Retraso en la finalización del proyecto.	Prevención de material, tener siempre un acopio de material ante imprevistos	Closed
11	Falta de personal.	Vicisitudes de la unidad. Permisos/ Guaridas/Asuntos propios	M	3	3M	Retraso en la finalización del proyecto.	Estar pendiente del persnoal en todo momento, en lo referente a la concesión de permisos para tener siempre un mínimo de personal en la obra	Closed
12	Terremoto.	Accidente geográfico	H	1	1H	Se compromete el desarrollo del proyecto pudiendo tener resultados catastróficos.	Tomar medidas estructurales de prevención	Closed
13	Inundaciones.	Accidente geográfico	H	1	1H	Se compromete el desarrollo del proyecto pudiendo tener resultados catastróficos.	Tomar medidas estructurales de prevención	Closed
14	Malas condiciones del terreno.	Características del terreno	H	2	2H	Se compromete el desarrollo del proyecto pudiendo tener resultados catastróficos.	Realizar un estudio intensivo del terreno, tomar medidas en las cimentaciones	Closed
15	Retrasos por fallo mecánico de una de las máquinas.	Fallos mecánicos	M	2	2M	Retraso en la finalización del proyecto.	Hacer los correspondientes mantenimientos, no emplear de manera ininterrumpida las máquinas para evitar sobrecargas	Closed
16	Rotura de una de las losas de cimentación.	Errore de cálculo	H	1	1H	Se compromete el desarrollo del proyecto pudiendo tener resultados catastróficos.	Cumplir los estados límite últimos que especifica el CTE y añadir elementos debajo de la cimentación para aumentar la capacidad portante del terreno	Closed
17	Rotura de uno de los edificios	Fallo estructural	H	1	1H	Se compromete el desarrollo del proyecto pudiendo tener resultados catastróficos.	Realizar todos los cálculos pertinentes para cumplir con los requisítos básicos de construcción. Esperar los tiempos marcado para el correcto fraguado del hormigón.	Closed

ANEXO I: Plan de Seguridad y de Salud.

Objeto.

Para dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el Artículo 4 Y 7 del RD 1627/97 en el que se establece la obligatoriedad de elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad, en función del sistema propio de ejecución de obra.

Objetivos del Plan de Seguridad y Salud.

De acuerdo con las prescripciones establecidas por la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y en el RD 1627/97, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, el objetivo de este Plan Seguridad es el de servir como instrumento mediante el cual se da cumplimiento a las obligaciones de los participantes en la obra, en materia de prevención de riesgos laborales.

Maquinaria y equipos de trabajo

- Utilizar únicamente aquellos equipos y máquinas para los cuales se dispone de la cualificación y autorización necesarias.
- Utilizar estos equipos respetando las medidas de seguridad y las especificaciones indicadas por el fabricante.
- Al manipular una máquina o equipo, respetar la señalización interna de la obra.
- No utilizar la maquinaria para transportar a personal.
- Realizar los mantenimientos periódicos conforme las instrucciones del fabricante.
- Circular con precaución en las entradas y salidas de la obra.
- Vigilar la circulación y la actividad de los vehículos situados en el radio de trabajo de la máquina.

Orden y limpieza

- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Segregar y depositar los residuos en los contenedores habilitados en obra.
- Acopiar correctamente los escombros en la obra.
- Retirar los materiales caducados y en mal estado del almacén de la obra.

- Mantener las instalaciones de limpieza personal y de bienestar en las obras en condiciones higiénicas.

Protección individual y colectiva

- Utilizar, de acuerdo con las instrucciones de seguridad recibidas en la obra, los equipos de protección individual y las protecciones colectivas.
- En caso de no disponer de equipos de protección individual o de que se encuentren en mal estado, hay que informar a los responsables.
- Anteponer las medidas de protección colectivas frente a las individuales.
- Conservar en buen estado los equipos de protección individual y las protecciones colectivas.
- En caso de retirar una protección colectiva por necesidades, hay que volver a restituir lo antes posible.
- En zonas con riesgos de caída en altura, no iniciar los trabajos hasta la colocación de las protecciones colectivas.
- Para colocar las protecciones colectivas, utilizar sistemas seguros: arnés de seguridad anclado a líneas de vida, plataformas elevadoras, etc.

Vías de circulación y zonas peligrosas:

- Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga estarán calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizarse fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores, no empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.
- Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se preverá una distancia de seguridad suficiente o medios de

protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento. Las vías de circulación destinadas a los vehículos estarán situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

- Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado dichas zonas estarán equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se tomarán todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas estarán señalizadas de modo claramente visible.

Muelles y rampas de carga:

- Los muelles y rampas de carga serán adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- Los muelles de carga tendrá al menos una salida y las rampas de carga ofrecerán la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

Espacio de trabajo:

- Las dimensiones del puesto de trabajo se calcularán de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Primeros auxilios:

- Será responsabilidad del ET. garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, se adoptarán medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, se contara con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios estarán dotados de las

instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tendrán fácil acceso para las camillas. Estarán señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se dispondrá de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible indicará la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.